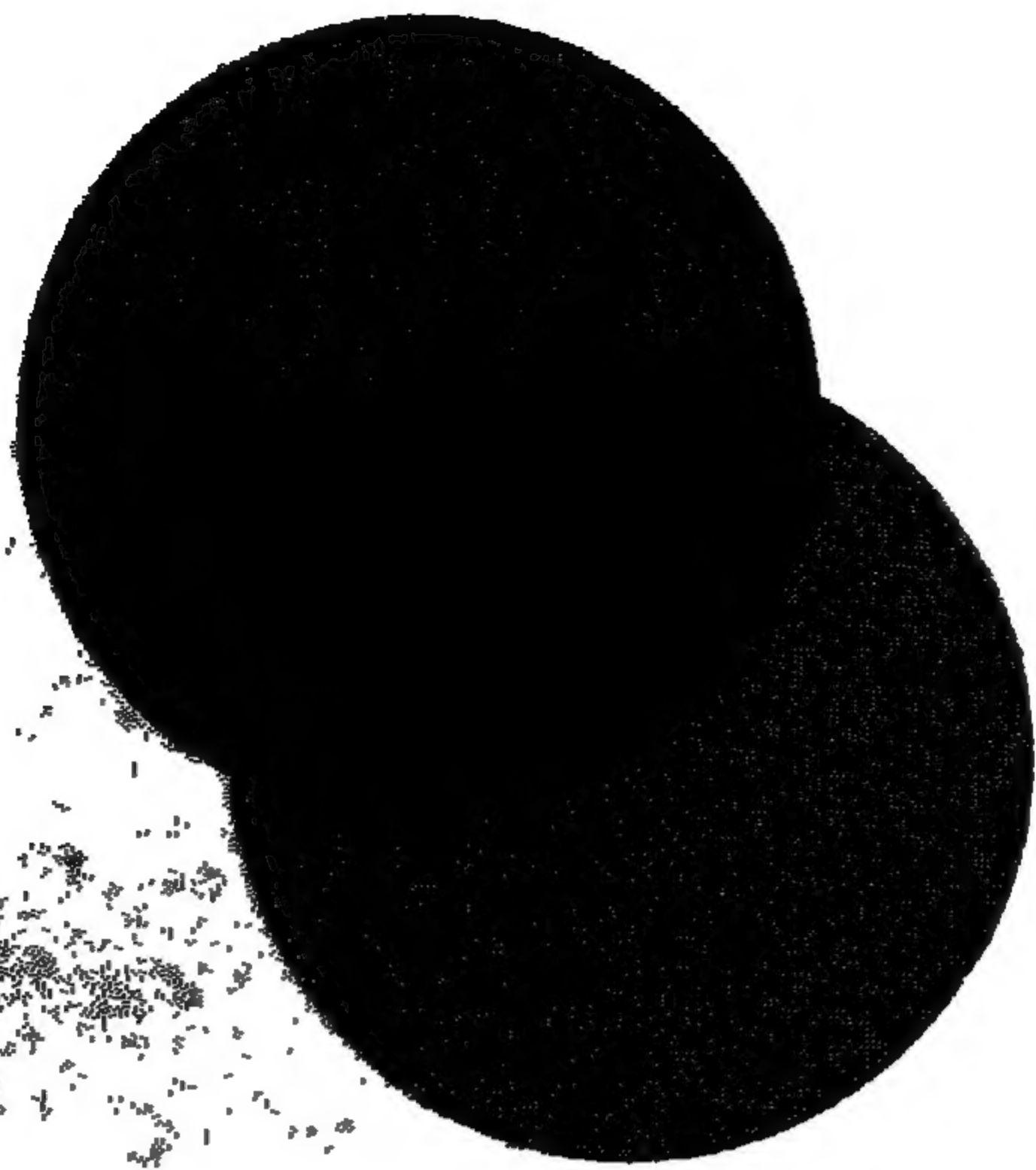


دکتوری محی محمد



# نظریۃ اللہ



دارالمعارف

۱۹۸۱

اهداءات ٢٠٠٣

أسرة المرحوم الأستاذ/محمد سعيد البسوي

الإسكندرية

نظريه اللون



# نظریۃ اللہ

دکتر عیسیٰ عیسیٰ

۱۹۸۱



دارالمعارف



## مقدمة

يحتل اللون مكانة هامة في جميع أوجه نشاطنا . وقد اهتم الفنانون وعلماء أصول الشعوب وعلماء الآثار وعلماء الطبيعة وعلماء النفس وغيرهم بنواحي اللون المختلفة . وإن معلومات كثيرة قيمة موجودة الآن في هذا الموضوع .

وأنه بخلاف الناحية الجمالية ، فإن دراسة تأثير اللون على سيكولوجية وفسولوجية الجسم البشري قد أعطت نتائج يمكننا الاستفادة منها - إننا لا نستطيع أن نتجاهل مثلاً ، أن اللون الأحمر يسبب الإثارة وشدة وسرعة نبضات القلب ، وأن الأزرق لون مهدئ للجهاز العصبي ، وعلية فقد أمكننا تفهم الألوان والتنبؤ بتأثيراتها المختلفة .

فهذه الصناديق المدهونة بالبنى الغامق تظهر ثقيلة في حملها ، إذ نجد هؤلاء الرجال يرفعونها بنفور وكراهية ، مما يضطرهم لبذل مجهود زائد . وبدهان هذه الصناديق نفسها بالأخضر الفاتح ، فقد ظهرت لهؤلاء العمال أكثر خفة في الحمل ، وتجنبنا بذلك التأثير السيء على أعصابهم .

كذلك هذا الطفل النائم في مهده ووجهه ناحية الحائط الملصوق عليه ورق مزركش يقع كبيرة حمراء ، نجده يبكي باستمرار . وبتثبيت ورقة بيضاء على الحائط بمساحة أو بإتساع مجال نظر الطفل فإنه يتوقف تواتر البكاء .



كما يحدث كثيراً لبعض الأشخاص حالات صداع وقلق متسبب عن الألوان الشديدة .

وعليه فإن المهندس الفنان يمكنه أن يرتب الحيز المعماري الملون - داخليا كان أم خارجيا - تماما كما يفعل المصور في ترتيب لوحته ، مع هذا الاختلاف الرئيسى وهو أن اللوحة الفنية تحدث هزة في النفس ربما عابرة وربما تبقى لوقت من الزمن ، في حين أننا نقضى الساعات الطويلة في هذا الحيز المعماري سواء كان حجرة مكتب أو فصل دراسى أو مصنع ، متأثرين لا شعوريا بما تمليه علينا الألوان المنعكسة من هذا الوسط المحيط .

إن اللغة العربية مملوءة بتعبيرات ملونة ربما تتعلق برد فعلى فسيولوجى أو نفسى لدى الإنسان . فإذا ما ضحكك إنسان ضحكة صفراء . فربما كانت الصفراء ( العصاراة المرارية ) تلعب دوراً في هذا النوع من الغضب المكبوت . وإذا قيل مثلاً أن هذا الشخص يتطاير الشرر الأحمر من عينيه ، هذا لأن الدم الذى يزدحم فى الرأس يتأثر به النظر . هذا اللون الأحمر يعنى الإثارة والفعل القوى . أما إذا ما خفف وخفض تأثيره فإنه يصبح وردياً ، دلالة على الحياة السعيدة النشطة اللطيفة . فيقال حياة وردية . هذا يعنى السعادة والإتران فى العيش . أما الأسود فيعنى إنعدام اللون والضوء ، إنه الحزن والموت الذى يرمز له .

إن الدراسة النظرية للألوان ليس المقصود بها حذف إحساسات وإنفعالات الفنان أمام شاعرية هذه الألوان ، بل إن المقصود منها توجيه هذه الأحاسيس وصقلها وتزويدها بدراسات تحليلية دقيقة .



فن الخطأ التوهم أنه بالدراسة النظرية للألوان تضعح حرية الفنان ،  
فيصبح عبدا لمعادلات جامدة . وبالعكس . فقد برهن الفنانون الموهوبون  
بأعمالهم الخالدة أن المعرفة الدقيقة للقوانين العلمية للضوء والألوان وغيرها ،  
قد سمحت لهم بأن يسجلوا أعمالهم الخالدة .

إن أسطح الأشياء ليست لها ألوان ، ولكن لها خاصية إمتصاص بعض  
إشعاعات الطيف وارتداد ( أى إنعكاس ) بعضها بمقتضى مختلف تأثيرات  
الضوء الأبيض أو الملون الذى يضيئها ، فيكتسب سطح الشيء لونه  
الإشعاع الذى يعكسه . مع إستثناء الأسطح المصقولة التى يمكن إعتبارها  
أسطحاً عاكسة لكل الإشعاعات المضئية .

إنه تطبيقاً لقوانين ونظام الموجات ، هذه الإشعاعات اللونية المختلفة  
تؤثر فى العين بنفس الطريقة تقريبا التى تتردد وتصل بها موجات البحر  
إلى الشاطئ . إن نظرية الموجات علمتنا أنه من الممكن تصنيفها إلى موجات  
طويلة ومتوسطة وقصيرة . هذا لا يعنى أنه لا يوجد إلا ثلاثة أنواع من  
الموجات ، إذ أن تحليل الطيف قد أوضح أن الموجات الطويلة تجعلنا نحس  
باللون الأحمر ، ثم كلما قلت أطوال الموجات ، فإن جهازنا البصرى يحس  
بالتوالى باللون : البرتقالى ثم الأصفر ثم الأخضر ثم الأزرق وأخيراً  
البنفسجى .

إن الفنانين عادة يستعملون الاصطلاحات التالية : اللون الساخن ،  
واللون البارد ، ومجموعة الألوان المتوافقة ، اللون المرح واللون الحزين ،  
التوافق اللونى . ولكن متى يبدأ اللون فى السخونة أو البرودة ؟ وما يمكن  
أن تكون عليه تلك العلاقات الحسية والعاطفية ، وكيف يتم إختيار لون

ما ليتوافق مع غيره ؟ من هنا نفهم الفائدة التي يجنيها الفنان التشكيلي بفهمه قوانين دقيقة تمكنه من إستعمال اللون بسهولة .

هذا ما حد بنا أن تقدم هذا الكتاب متناولين فيه الدراسة النظرية والعلمية للألوان ، مؤمنين بأن اللون من أهم الوسائل التي بها يستطيع كل من المهندس المعماري والفنان التشكيلي عامة أن يصل بإنتاجه إلى إسعاد الإنسان .

# الباب الأول

## تعاريف

كلمة « لون » : يطلقها الفنانون التشكيليون وكذا المشتغلون بالصباغة وعمال المطابع، ويقصدون بها المواد الصباغية التي يستعملونها لإنتاج التلوين. أما علماء الطبيعة فيقصدون بكلمة لون : تلك الأشعة الملونة الناتجة عن تحليل الضوء ( الطيف الشمسي مثلا أو غيره من أطياف لمبات الإضاءة المختلفة ) .

وإن اللون بمعنى الكلمة هو ذلك التأثير الفسيولوجي ( أى الخاص بوظائف أعضاء الجسم ) الناتج على شبكية العين ، سواء كان ناتجا عن المادة الصباغية الملونة أو عن الضوء الملون . فهو إذن إحساس وليس له أى وجود خارج الجهاز العصبي للكائنات الحية . هذا التعريف الجوهري لا يجب أن يضيع من أذهاننا .

الخواص المحددة للون : Caractéristiques d'une couleur :

بفحص لون شيء ما بنظرة تحليل وتعمق ، فإننا نجد أن هذا اللون يحدده ثلاث خواص أو صفات :

١ - الكنه : ( بالفرنسية teinte والمرادف له لفظ tonalité وبالإنجليزية hue ) هي تلك الصفة التي بها نميز ونعرف أى لون عن الآخر والذي نسميه بإسمها . - أنها تترجم بالصفات : بنفسجي - أزرق - أخضر - أصفر - برتقالي - أحمر - أرجواني ...، إن التفاحه حمراء : ( أحمر ) هو كنه أو إسم اللون .

يمكننا أن نغير كنه أى لون بمزجه بلون آخر . إننا إذا ما مزجنا مادة حمراء بأخرى صفراء فإننا ننتج مادة برتقالية . هذا هو تغير فى كنه اللون .

القيمة : ( بالفرنسية *valeur* وبالإنجليزية *value* ) يأتى بعد ذلك الدرجة التى بها تقصد أن اللون فاتح أم غامق . بمعنى آخر أنه بالقيمة يمكننا أن نفرق بين الأحمر الفاتح والأحمر الغامق .  
إذا ما مزجنا أسود أو أبيض ( وفى حالة الألوان المائية إذا ما أضفنا الماء ) إلى اللون فإننا بذلك نغير من قيمته وليس من كنهه .

إن لونا فى كامل قوته الطبيعية يطلق عليه لون نقي أو طبعى .  
أما إذا ما كان إفتح أو خفف بالماء فإننا نطلق عليه بالإنجليزية *tint* ، وإذا كان غامقا نطلق عليه *shade* . وعليه فيمكن أن تكون ترجمة الإصطلاحين كالآتى .

قيمة فاتحة من الأزرق *a tint of blue*

قيمة غامقة من الأخضر *a shade of green*

وإن كلمة *tone* بالإنجليزية ، وبالفرنسية *ton* تستعمل بوجه عام لتشمل كل الألوان النقية والقيم الفاتحة والقيم الغامقة .

ج - الشدة : ( بالفرنسية *intensité* وبالإنجليزية *intensity* )

هذه الخاصية توصف أو تميز القوة أو الدسامة ، أى درجة التشبع *saturation* .  
إننا نجد بعض الألوان قوية دسمة مشبعة ، وبعضها نجده ضعيف ممزوج . وإذا ما قلنا إن شيئا ما قوى فى اللون فإننا نشير إلى أنه دسم ، نقي ، مشبع . وبالإضافة

إلى الخاصية السابقة فإن الشدة تدلنا كيف أن اللون يقترب أو يبتعد من درجة النقاء . إننا نستطيع أن نغير شدة لون نقي بمزجه بلون آخر يقربه إلى الرمادي . كذلك نستطيع أن نغير الشدة بدون أن نغير القيمة أو الكنه وذلك بإضافة رمادي حيادي إلى اللون من نفس قيمته .

إن مجموع الخاصيتين ، الكنه والقيمة في علم الضوء ، هو ما يطلق عليه بالفرنسية chromaticité الضوء أو الجسم . وإن الإصطلاح المرادف له في علم النفس الفسيولوجي هو chromie .

إن مجموع الخاصيتين القيمة والشدة ، يمكن أن يفسر كالاتي بالإشعانة بصفة واحدة :

إذا كان لونا ما فاتحاً وفي الوقت نفسه مشبعاً ، فيقال عنه لون حيي ، وبالفرنسية vive .

إذا كان لون ما فاتحاً وفي الوقت نفسه ممزوجاً بالأبيض ، أو مضافاً إليه ماء في حالة الألوان المائية Lavée de blanc فيقال عنه لون شاحب pale ( وهو بالطبع قريب من الأبيض ) .

وإذا كان لون ما غامقاً وفي الوقت نفسه مشبع ، فيقال عنه لون عميق وبالفرنسية profonde .

وأخيراً إذا كان لون ما غامقاً وفي الوقت نفسه ممزوجاً بالأسود فيقال عنه لون داكن ، وبالفرنسية rabattue ( وهو بالطبع قريب من الأسود ) .

من الضروري ملاحظة إنه بخلاف تلك الخواص الثلاثة السابقة ، فإن اللون



يمكن أن يتأثر بظروف الرؤية . وإن لون جسم ما يمكن أن يتأثر كثيراً بوجود أجسام أخرى في مجال الرؤية وكذا بظروف الإضاءة ... الخ .

أما في علم الطبيعة فقد حدد اللون بالدلالات الثلاث الآتية :

(أ) طول الموجة Une Longueur d'onde : إن الإشعاعات التي تؤلف الضوء ( ضوء الشمس مثلا ) يمكن أن ان تشتت بظاهرة الانكسار بالاستعانة بمنشور ثلاثي ، فتظهر بألوانها الأصلية . وبذلك نحصل على ألوان الطيف Le spectre . وإنه بتجربة الطيف عرضيا نحصل على شرائح طيفية bandes spectrales تتميز بحسب كنه لون كل منها ( بنفسجي ، أزرق أخضر ، أرجواني ... ) أو بلغة علم الطبيعة تتميز بحسب أطوال أمواجها ، إذ أن لكل كنه لون طول خاص للموجة . بمعنى أن شريحة طيفية ضيقة جدا يقال عنها ذات كنه لون واحد أو وحيدة الكنه monochromatique . إن طول الموجة يسمح بالدراسة العلمية الموضوعية للألوان بدون الحاجة إلى الاستعانة بإحساساتنا اللونية ، إذ أن بعض الإشعاعات لا تستطيع العين ان تميزها : مثل موجات تحت الحمراء وموجات فوق البنفسجية وغيرها .

إن وحدة قياس طول الموجة هي الأنجستروم L' angstrom . وتحتسب قيمة الانجستروم كالآتي :

إذا ما قسم المليمتر على ١٠٠٠ فاننا نحصل على الميكرون micron وإذا ما قسم الميكرون على ١٠٠٠ فاننا نحصل على المليميكرون . إن وحدة الانجستروم تساوي  $\frac{1}{10}$  من المليميكرون . بمعنى أن وحدة واحدة من

الأنجسترم =  $\frac{1}{100}$  مليمكرون =  $\frac{1}{1000000}$  ميكرون =  $\frac{1}{1000000000}$  من المليمتر .

إن أعيننا ترى برؤية مختلفة الألوان ذات أطوال موجات بين ٤٠٠٠ أنجسترم إلى ٧٦٠٠ أنجسترم . إن طول الموجة ٤٠٠٠ أنجسترم يعادل تقريباً الحد بين البنفسجي المرئي والفوق البنفسجي غير المرئي . وبين هذين الحدين تمتد الألوان الطيفية الممكن رؤيتها بالعين المجردة .

وبين الجدول التالي حدود الألوان بحسب أطوال أمواجها بناء على نتائج أبحاث بعض علماء الألوان .

حدود كنة اللون بحسب أطوال أمواجها مقطرة بوحدة الأنجسترم				كنة اللون
العالم Fleury	العالم Rood	العالم Listing	العالم Abney	
٦٥٠٠ إلى ٧٥٠٠	٧٠٠٠	٦٤٧٠ إلى ٧٢٣٠	٦٢٠٠	أحمر
٦١٥٠	٦٢٠٨			برتقالي أحمر
٦٠٥٠	٥٩٧٢	٥٨٥٠ إلى ٦٤٧٠	٥٩٢٠ إلى ٦٢٠٠	برتقالي
٥٩٥٠	٥٨٧٩			أصفر برتقالي
٥٨٠٠	٥٨٠٨	٥٧٥٠ إلى ٥٨٥٠	٥٧٨٠ إلى ٥٩٢٠	أصفر
٥٢٠٠	٥٢٧١	٤٩٢٠ إلى ٥٧٥٠	٥١٣٠ إلى ٥٧٨٠	أخضر
٤٩٠٠	٥٠٨٢		٥٠٠٠ إلى ٥١٣٠	أخضر مزرق
	٤٩٦٠			أزرق مخضر
				Cyané
٤٧٠٠	٤٧٣٢	٤٥٥٠ إلى ٤٩٢٠	٤٦٤٠ إلى ٥٠٠٠	أزرق
	٤٣٨٣	٤٢٤٠ إلى ٤٥٥٠	٤٤٦٠ إلى ٤٦٤٠	أزرق بحري
٣٨٠٠ إلى ٤٠٠٠	٤٠٥٩	٣٩٧٠ إلى ٤٢٤٠	٤٤٦٠	بنفسجي



( ب ) عامل النقاء Le facteur de pureté للون أى النسبة بين اللون وبين كمية الأبيض الموجودة به .

( ج ) عامل الضياء Le facteur de luminance للون : أى كمية الضوء المنقولة أى المنعكسة إلى أعيننا من هذا اللون .

هذا يعطينا إمكانية تحقيق عدد كبير من الألوان ومشتقاتها ودرجاتها ، كل حسب طول موجته . وإنها أعيننا ، هذا الجهاز الشديد الحساسية الذى فى الظروف الطبيعية للحياة تسجل لنا هذه الألوان وتجعلنا ندركها .

الألوان ذات الأسماء المستعارة :

بخلاف التسميات العلمية توجد الفاظ متداولة للون الأصيل ومشتقاته ودرجاته . فمثلا بعض الألوان تشتق اسمها .

— من الأزهار مثل اللون الوردى والبنفسجى .

— من الفواكه مثل البرتقالى والليمونى والمشمشى .

— ومن أسماء الأماكن مثل الأزرق البحرى وأصفر نابولى والأزرق الروسى .

— وألوان أخرى نسبت لبعض الأشخاص مثل Payne's gray.

Hooker's green, Rembrandt's madder

— كذلك نسبت بعض الألوان إلى أشياء مختلفة مثل أحمر الطرايشى وغيره .

إن اشتقاق الأسماء ومقارنتها بألوان هذه الأشياء يعطى صورة واقعية إلى حد ما للألوان وقيمها ودرجة تشعبها ، ولكنها لا تكفى للدراسة الموضوعية لها .

الأبيض والرمادى ( المحايد ) ، الأسود :

يقال لسطح ما ، أنه أبيض ، إذا ما عكس في جميع الجهات وبدون أى إمتصاص كل الإشعاعات المرئية التى يستقبلها .

كما يقال لسطح ما أنه أسود ، إذا ما إمتص تماماً كل الاشعاعات التى يستقبلها .

أما الأسطح الرمادية ( أى ذات القيم المحايدة ) فهى التى تعكس بكميات متساوية أو التى تمتص بكميات متساوية إشعاعات الألوان بجميع أطوال الأمواج .

نظرياً إن كل الأسطح التى ليست كاملة البياض أو كاملة الرمادية أو كاملة السواد يقال عنها أسطحاً ملونة .

عملياً لنتمكن من الحصول إلا على المادة البيضاء التى يستطير عليها ٨٩٪ من الضوء . يعتبر هذا تقريباً الأبيض الكامل ، لأن الأبيض الكامل بنسبة ١٠٠٪ لا يوجد بين المواد الملونة . كذلك لا يمكن عملياً الحصول على الأسود الكامل بنسبة صفر ٪ . لذلك نستعمل عملياً المادة الملونة التى يستطير عليها ٤,٤٪ من الضوء الساقط . هذا هو أسود الجواش الأكثر سواداً الممكن الحصول عليه .

الأسطح اللامعة والأطح الغير لامعة :

بالإضافة إلى صفة اللون للسطح فإن قدرة هذا السطح على الإنعكاس له تأثيره الإضافى فى التوافق اللونى كما سنرى فيما بعد .

فاذا كان سطحاً ما يعكس ولو جزئياً الضوء الساقط عليه فإنه يقال أن هذا السطح لامع brilliant وفى الحالة العكسية يقال للسطح إنه غير لامع أو مطفى mat .



## الباب الثاني

### ترتيب الألوان

إذا ما كانت تلك الأسماء المتداولة للالوان — المستعارة منها أو غيرها — قد تدلنا بصفة مبدئية على بعض منها ، فبالنسبة لإستعمال اللون في الحياة العملية فإنه لا يمكننا مثلاً أن نطلب بطريقة محددة من إحدى الشركات المتخصصة أى مادة ملونة — سواء أكانت إنشائية أو لأعمال التكسية — إلا بالدراسة الموضوعية لترتيب الألوان ، حتى لا نجىء بعض منها عكس التأثير المطلوب .

وقد شغل هذا الترتيب النظرى للألوان بال كثير من العلماء والفنانين منذ امد بعيد .

ويعتبر المصور الكبير Delacroix أحد الأساتذة الأوائل الذين أحسوا بهذه الضرورة .

وإن ومختلف طرق ترتيب الألوان التى سنذكرها بإختصار ، وعلى الأخص طريقة أسوالد Ostwald وطريقة منسل Munsell قد أسدت جميعها بمساعدات قيمة سواء لأبحاث اللون وسواء لأبحاث علم البصريات ، كما وأنها سهلت كثيراً الإستعمال المنطقى للون فى الحياة العملية .

والآن وقبل سرد محاولات ترتيب الألوان بالطرق العملية والتى سنتناولها بشئ من الإيجاز ، يجدر بنا ذكر هذه الطريقة الخطية التجريبية التى عرفها

العالم اسحاق نيوتن Isaac Newton أثناء محاولته حل مشاكل جهاز التليسكوب سنة ١٦٦٦ . إذ لاحظ ظاهرة إنكسار وتشتيت الضوء خلال المنشور الثلاثي الزجاجي — فقد إكتشف أن كل الألوان موجودة في ضوء الشمس . وأنه إذا مر شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي زجاجي فإنه يتشتت إلى مكوناته . ونظرا لإختلاف زاوية الإنكسار لكل لون . فإن الأشعة البنفسجية مثلا تنحرف أكثر حدة من الأشعة الحمراء ويتبع ما عرف بألوان الطيف .

وعندما توصل نيوتن إلى هذه الظاهرة . إستطاع بذلك أن يشكل أول ترتيب للألوان .

وعليه تتلخص هذه الطريقة في ترتيب مختلف الألوان الأصلية على خط مستقيم — بالشكل الناتج عن تحليل الضوء الطبيعي — وذلك كالآتي :  
الأحمر . البرتقالي . الأصفر . الأخضر . الأزرق . النيلي . البنفسجي . ويستعمل هذا الترتيب الخطي كثيرا في الحياة العملية إلا أنه بصورة غير تامة .  
وقد ظهرت في فرنسا أولى المحاولات لترتيب الألوان ترتيباً منطقياً في شكل البومات ( مجموعات أهمها ) .

البوم بلوند Le Blond الذي ظهر سنة ١٧٣٥ .

البوم دوفاي Du Fay الذي ظهر سنة ١٧٣٧ .

البوم لامبرت Cambert الذي ظهر سنة ١٧٧٢ .

وفي سنة ١٨٨٤ طبعت الجمعية الصناعية بمدينة ملهاوس Mulhouse بفرنسا أبحاث العالم روزنثاى Rosenthitel مع لوحات جميلة بالألوان تحت عنوان :

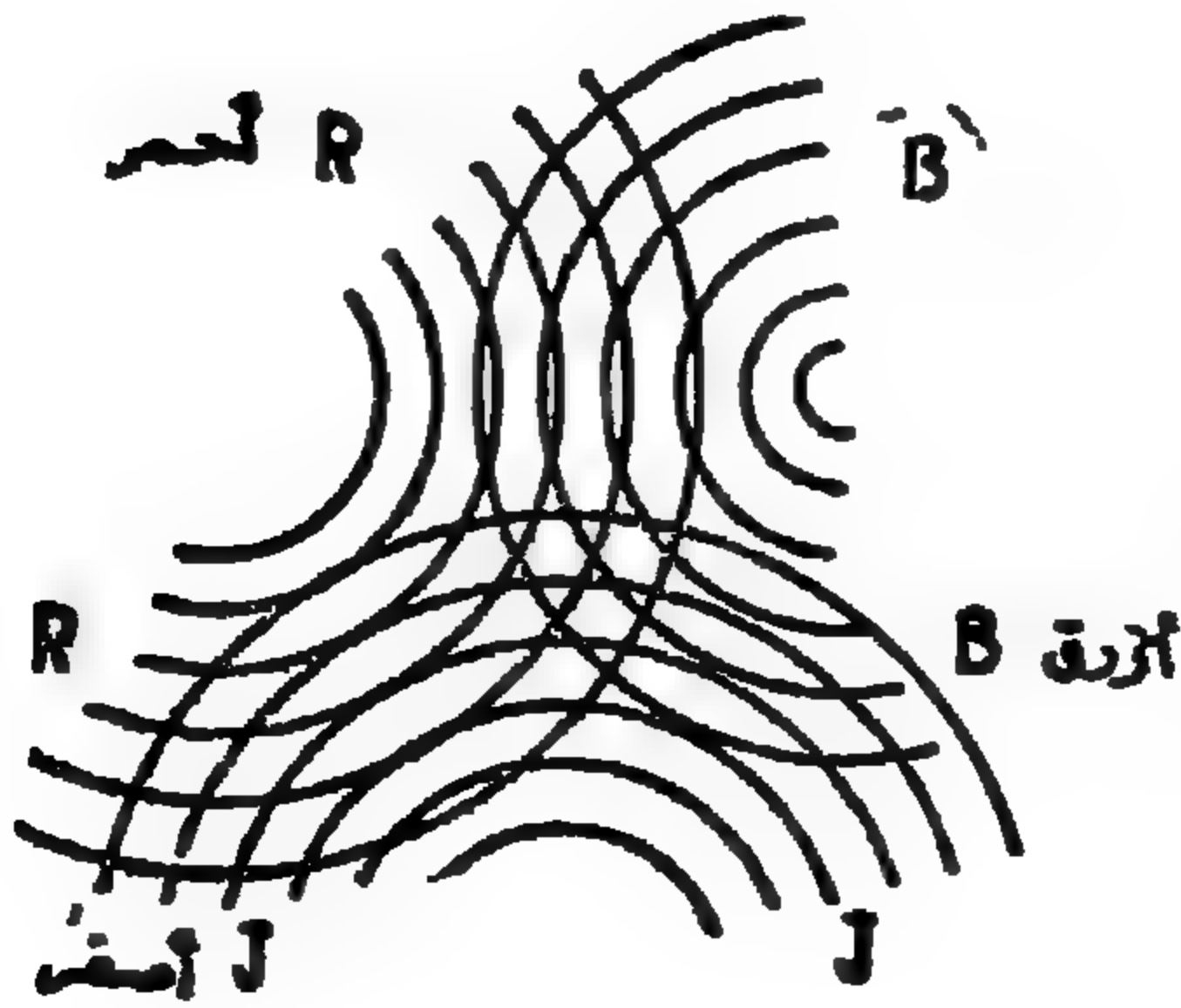
Premiers éléments de la science des couleurs

أما جمعية Stéréochronique بفرنسافأعطت مجموعة من ٤٢ تدرج  
لواحد وعشرين لوناً .

أما مجموعة La grammaire de la couleur فتحوى الألوان ومشتقاتها  
في ٧٦٥ لوحة .

ولكن العالم لا كوتير Lacouture يرجع إليه الفضل في تصميم أول  
ترتيب متماسك ومتجانس للألوان . حيث أسس مجموعة أبحاثه بإدخال نظام  
الشرح أو الرمز بالحروف والأرقام .

وإن قائمة أو فهرست الألوان للعالم لا كوتير التي طبعت ببساريس سنة  
١٨٩٠ فقدت إحتوت مجاميع من ثلاثة ألوان متداخلة ، يحمل كل لون حرفاً  
أبجدياً وترقيماً لمزيجات الألوان شكل (١) . كل لون ، مثلاً كالأحمر R  
والأزرق B والأصفر J يمثل بدوائر متوالية مدرجة وتحمل رقم ١ إلى ٦  
بالتدرج . كما استعملت علاوة على ذلك الحروف الأفرنجية المتحركة لتمييز  
الألوان ومشتقاتها .



شكل (١)

منذ ذلك التاريخ إستعملت عدة مراجع للألوان . فقد ظهر في فرنسا سنة ١٩٣٦ Le code des couleurs للعالم Saguy وما زال يستعمل إلى الآن.

وإن «قاموس اللون» الذي قام بتحضيره العالمان Réa Paul, A. Maerz وظهر في جريدة Optica soc بأمريكا سنة ١٩٣٠ فقد تم طبعه في ألوم .

ومن أحدث مراجع الألوان « قاموس الألوان » الذي قامت بتجهيزه جمعية الألوان البريطانية بلندن - وهو يحتوى على ثلاثة أنواع من الأسطح للورق المستعمل ( لامع ومطفى وشبه قطيفة ) تعطى جميعها ٣٧٨ لوناً . كل ذلك مما يظهر الفائدة العملية مثل هذه الألبومات . كذلك المحاولات الثلاثة التالية ذات الفائدة العمياء الكبيرة . ونو أننا تناولناها بشيء كثير من الإنجاز .

جدول الألوان لهيكيتيه Hickethier : أسس هذا الجدول على مجموعة الألوان الثلاثة : الأصفر - الأحمر - الأزرق . كل منها يؤلف مجموعة تتدرج من الصفر الأبيض النقي إلى الرقم ٩ للون النقي . أن كل لون نجده محددًا بثلاثة أرقام : في خانة الآحاد يسجل رقم أو قيمة اللون الأزرق . وفي خانة العشرات يسجل قيمة اللون الأحمر . أما خانة المئات يسجل فيها اللون الأصفر .

ترتيب سرينى Syreeni : درس المهندس الفنلندى Otto Syreeni طريقة لترتيب الألوان ترتكز أيضا على ثلاثة مركبات ، وقد إستعمل فيها اللون البنى للحصول على درجات اللون الداكنة .



ترتيب لابوستال Lapostolle : وفي فرنسا توصل العالم Marnieur Lapostolle إلى طريقه لترتيب الألوان قريبة جداً من الطريقة السابقة . مع استبدال طريقة الحصول على الألوان الداكنة التي حصل عليها بإضافة مزيج من الثلاثة ألوان الأساسية .

ترتيب الألوان بالاستعانة بالأشكال الدائرية والمثلثات :

ويرجع الفضل والتفكير الأول للعالم Le Père Castel سنة ١٧٣٥ في الوصول إلى الدائرة اللونية . فقد استعمل لهذا الغرض قرصاً على محيطه شريطاً من قماش مصنوع من الخيط المتعدد الألوان .

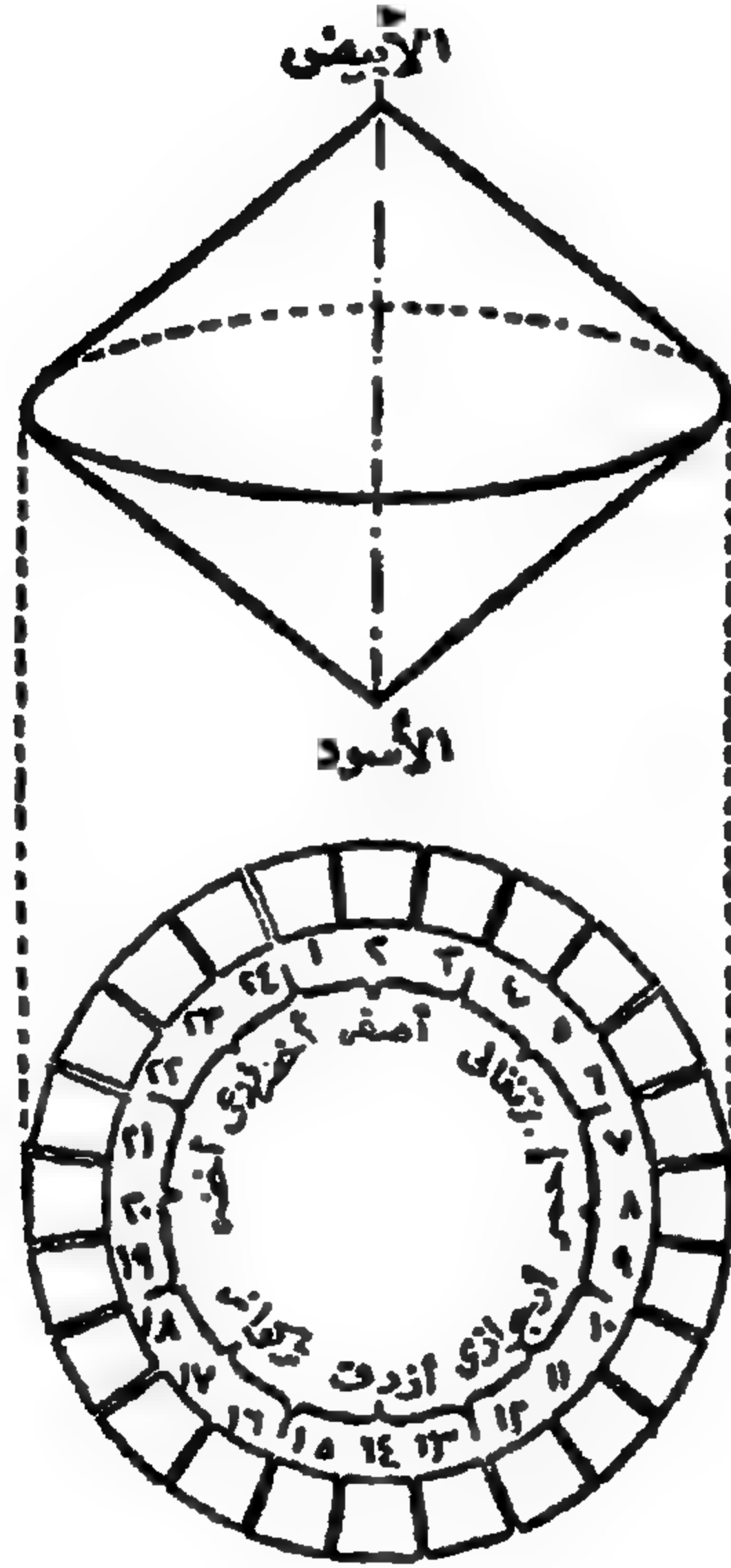
بعده وضع العالم شفرى chevreui ترتيباً للألوان وزعها على دائرة لونية .

تلاه العالم روزينثل Rosentiehl ثم بودينو Julie Beaudeneau اللذان أدخلتا تحسينات على هذه الدائرة السابقة بتشبيدها بحيث أننا نرى في نهايتي كل قطر في الدائرة لونين متكاملين ، وعلى رموس مثلث متساوي الأضلاع داخل الدائرة نجد مجموعة الثلاثة ألوان الأساسية .

وهكذا سمح هذان العالمان لأفكار « شفرى » أن تأخذ حقيقة جديدة وأن يلحقوها بأفكار مخترعي الترتيبات التي تستند أو تقوم على الأشكال المثلثية أو التي بشكل النجوم .

ترتيب أسوالد Systeme de Ostwald : يعتبر Wilhem Ostwald أحد الأوائل الذين لهم الفضل في محاولة ترتيب الألوان باستعمال المحسّات . أى استعمال البعد الثالث بعد أن كانت جميع الترتيبات السابقة تؤخذ على أشكال مستوية .

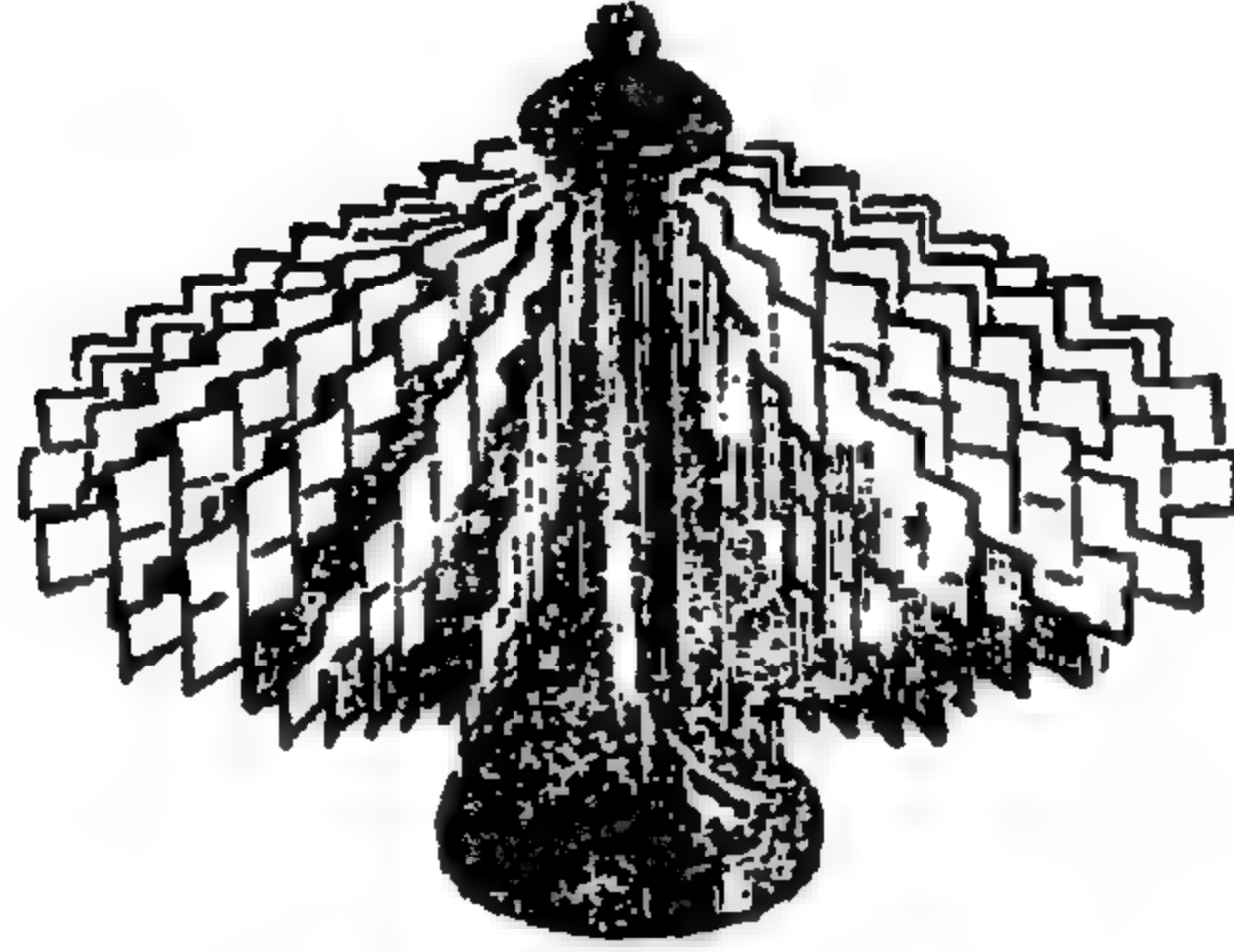
استعمل هذا الترتيب مجسماً على شكل مخروطين قائمين مشتركين في القاعدة الأفقية كما في شكل (٢)، حيث رتبت عليها جميع الألوان، في حين نجد رأسى



شكل (٢)

المخروطين في أعلى وفي أسفل المجسم يمثلان الأبيض والأسود على التوالي : في هذا الترتيب وزعت الألوان التالية : على محيط القاعدة المشتركة أو ما نسميه دائرة الإستواء وذلك كالآتي : الأصفر والبرتقالى والأحمر والارجوانى والأزرق والأخضر التركواز وأخضر ماء البحر والأخضر الزرعى . وكل لون منها له ثلاث تدرجات لونية كما هو مبين بالشكل . كما توجد ثمانى تدرجات للقيمة من الأبيض في رأس

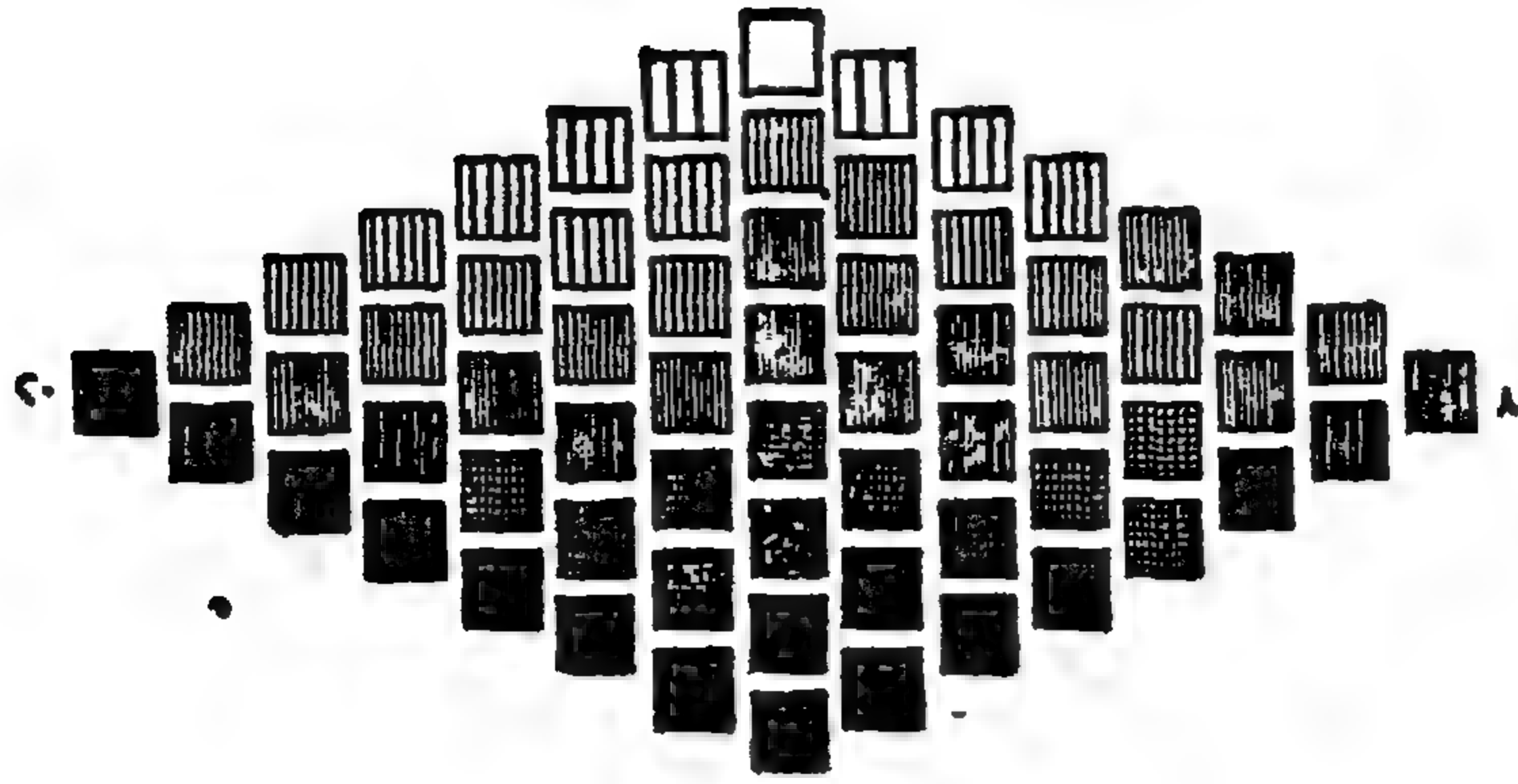
المخروط العلوى أو القطب الشمالى إلى الأسود فى رأس المخروط السفلى أو القطب الجنوبى .



شكل (٣)

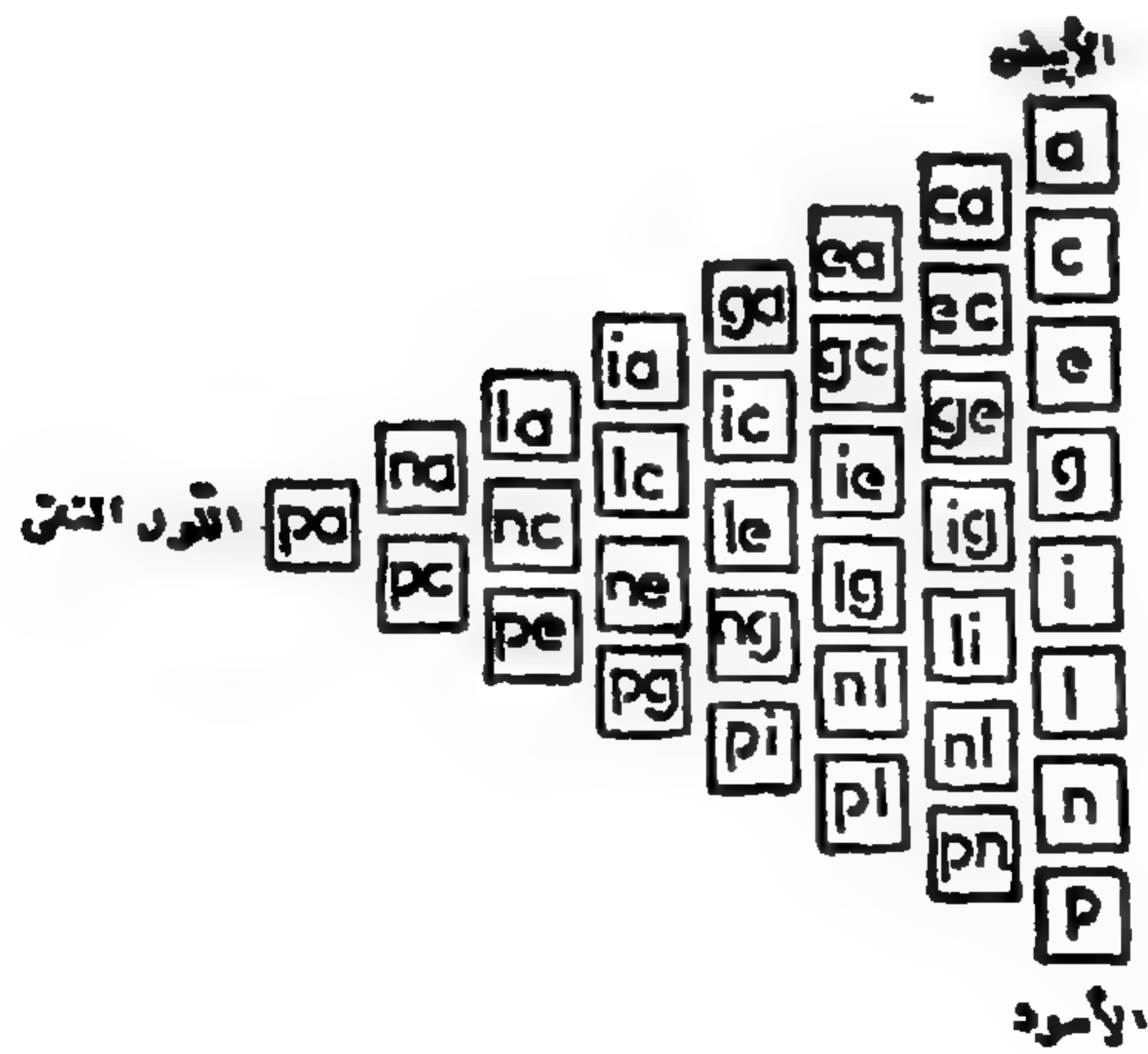
وشكل (٣) يبين نموذجاً لهذا الجسم . فإذا ما قطع الجسم قطاعاً رأسياً ماراً بالمحور فإن القطاع الناتج يظهر بشكل معين . يوضع بالطرف الأيمن منه كنه أحد الألوان وبالطرف الأيسر كنه اللون المضاد له على الدائر اللونية ، أى كنه اللون المتكامل معه . كما سنوضح فيما بعد . ففى شكل (٤) نجد كل الألوان بالجهة اليسرى من المعين على سبيل المثال . مشتقة من كنه اللون رقم «عشرين» الأخضر ، والألوان فى المثلث الأيمن من المعين فمشتقة من كنه اللون رقم «ثمانية» الأحمر . ولما كان عدد الألوان الموزعة على محيط الدائرة الإستوائية ٢٤ لونا ، وأن كل لونا متقابلان يشكلان معيناً واحداً ، فإن الجسم جميعه مكون من إثني عشر معيناً .

ولما كان كل معين مكوناً من ٥٦ لوناً فإن الجسم بالكامل يحتوى على ٦٧٢ لوناً ، بالإضافة إلى ثمانية تدريجات خاصة بالقيم الحيادية (الرمادى) . كل جهة عن يمين وعن يسار محور تدرج القيم الحيادية تكون مثلثاً لونياً . وإنه فى كل



شكل (٤)

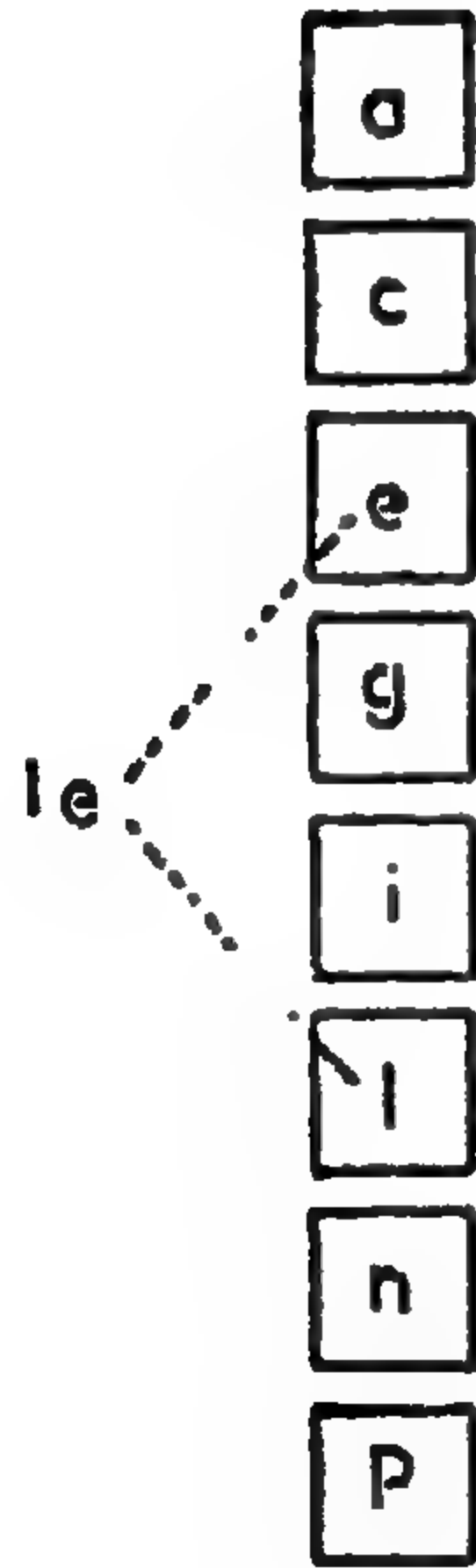
مثلث لوني كما في شكل (٥) نجد أن التدرجات اللونية الرأسية الموازية للخط  
الواصل بين والأسود الأبيض تكون متساوية في النقاء. كذلك تدرجات الألوان  
الموازية للخط الواصل بين اللون النقي والأبيض في قمة المخروط فإنها تحتوى  
على كمية متساوية من الأسود. وأخيراً التدرجات الموازية للخط الواصل



شكل (٥)

بين اللون النقي والأسود فإنها تحتوى على كمية متساوية من الأبيض. يتضح من هذا الوصف أن « ترتيب » أسوالدمبنى على أن اللون ما هو إلا مزيج من الألوان النقية متحدة بالتألف البصرى (بالجمع) بالأبيض أو الأسود ، كما سيأتى شرحه فيما بعد بالباب الرابع .

ويتم بيان أو رمز اللون باتحادات لختلف الأرقام والحروف الأبجدية . إن الألوان الأصلية ( خالية من الأبيض والأسود ) ترقم من ١ : ٢٤ على محيط الدائرة الإستوائية الأفقية.



شكل (٦)

أما التدرج الحيادى ( الرمادى ) الرأسى بين الأبيض والأسود فيأخذ حروفاً أبجدية من a للابيض فى الرأس العلوى يليها الحرف c ثم e ثم g ثم i ثم l ثم n وأخيراً الحرف p للأسود فى أسفل التدرج كما فى شكل (٦). وإن اثنين من هذه الحروف دائماً مطلوبين : الأول يبين أن اللون يحتوى بالمزج البصرى نفس كمية الأبيض مثل الرمادى المقابل فى ( التدرج الرمادى ) حيث تنتهى المجموعات ، والحرف الثانى يبين أن اللون يحتوى بالمزج البصرى على نفس الكمية من الأسود مثل الرمادى على ( التدرج الرمادى ) حيث تنتهى المجموعات .

وبأسلوب آخر أى حرفين أبجديين نجد ههما يوصفان ويحددان كمية الأبيض



وكمية الأسود المضافتين بالجمع—أى بالمزج البصرى—إلى اللون النقى والواقعتين على التدرج الرمادى بين الأبيض والأسود ، كما وأن أى رقم من ١ إلى ٢٤ يحدد كنه اللون — ويكتب الرمز كالآتى : — 22 PA. وذلك بالنسبة للون الأخضر الزرعى النقى .

إن مجسم أسوالد ( مثل ترتيب منسل ، الآتى شرحه فيما بعد ) يمكن أن يستعمل لإختيار توافقات الألوان التى تحدد أماكنها وفقاً لعلاقات هندسية داخل مختلف أجزاء المجسم . ولكن هذا الترتيب لم ينتشر استعماله بين المهندسين والفنانين ، ربما بسبب أنه ليس من الممكن مع المواد الصباغية ( الأبيض والأسود والمواد الملونة ) الحصول على الألوان كما جاءت فى مجسم أسوالد ، اللهم إلا إذا ما مزجت مزجاً بصرياً بالجمع ، وأما إذا ما أضيف اللون إلى مواد التلوين الأبيض والأسود ، فبدلاً من أن تؤثر فقط على القيم فتفتح أو تغلق الألوان فإنها ربما تغير من كنهها . فمادة الأبيض نظراً لإحتوائها على مادة زرقاء فإنها تجبر اللون ، فى حين أن مادة الأسود ، التى تحتوى على مادة زرقاء فإنها تشوه اللون وتفسده . فمثلاً إذا ما حاولنا تغميق تدرجات اللون الأصفر بإضافة الأسود فإنه ينتج لون أخضر ، وهكذا .

وعليه فينبى أحسن للمصورين والمهندسين أن يدرسوا نظرياً ترتيب أسوالد هذا ، فأنه لا يمكن أن يستعملوه بطريقة عملية نظراً لأنهم يشتغلون بمواد صباغية ملونة يتم المزج بينها عادة بخلط المواد ، مما يتيح عنه مزجاً بالطرح وليس بالجمع ، كما سيأتى شرحه فيما بعد .

استعمل هذا الترتيب بتوسع شركات ومؤسسات دهانات الحوائط سواء من الداخل أو بالنسبة للحوائط الخارجية.

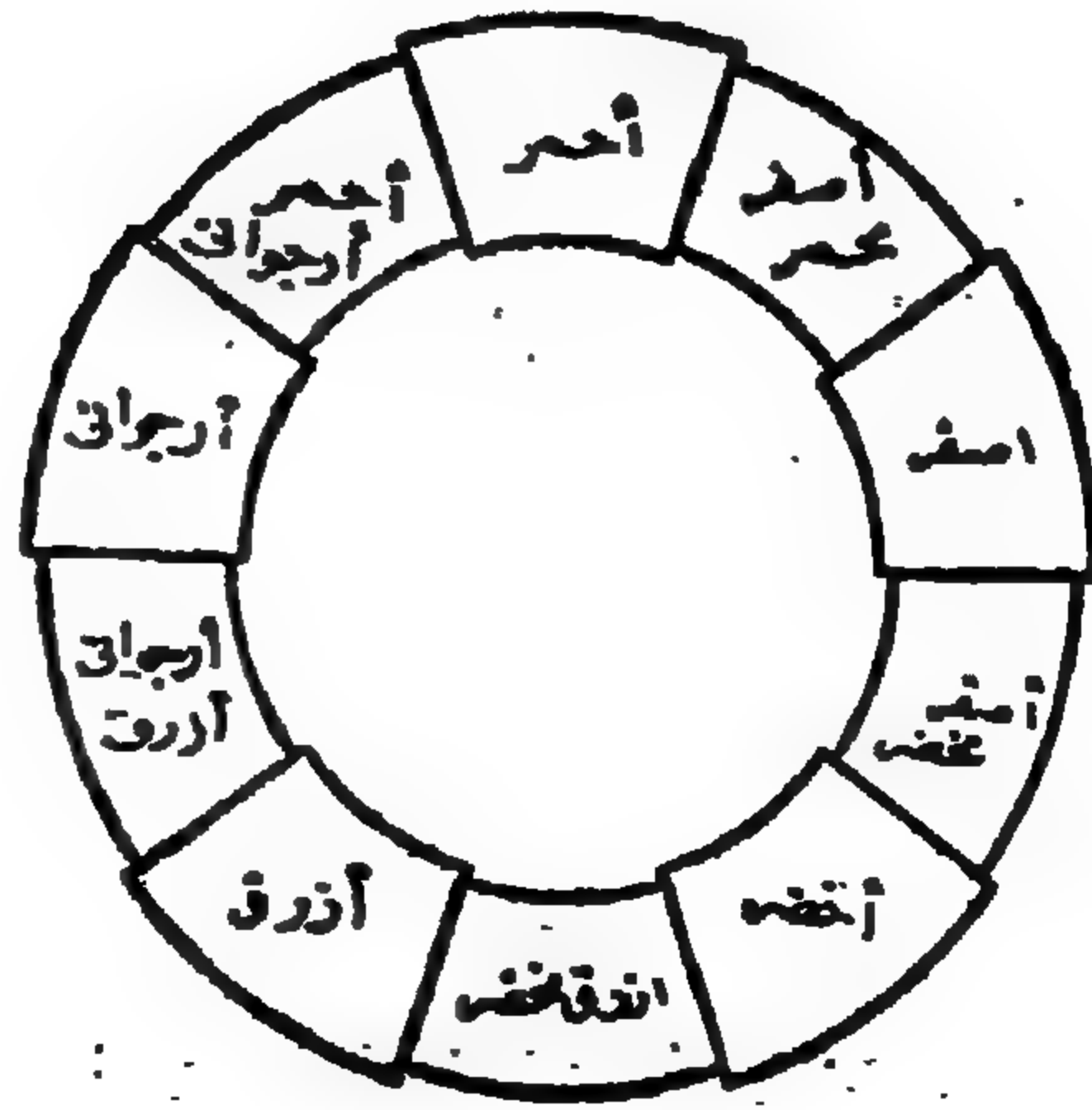
ترتيب منسل : Le système de Munsell كرس العالم Albert B. Munsell  
كل جهوده في التطبيق العملي للون . إذ كان مما يضايقه كثيراً هذه الأسماء  
المستعارة المتداولة للألوان ، (كالوردى والأزرق البحرى وأصفر نابولى ..)  
لأنها ، كما يقول ، لاتصف اللون بطريقة كافية للأغراض المهنية .

هذا الترتيب ، الذى أعتبر فى الولايات المتحدة الأمريكية أحسن الترتيبات  
من الوجهة العملية وأكثرها فائدة ، حدد فيه اللون بالثلاث دلالات الآتية :

باللغة الفرنسية	باللغة الإنجليزية	يرمز له بالحرف
١ — الكنه :	Hue	H.
٢ — القيمة :	Value	V
٣ — التشبع :	Chroma	C
Saturation		

قد اضطررنا للإحتفاظ  
بالرموز أى الحروف والأرقام  
الإنجليزية ، كما جاءت فى ترتيب  
منسل ، لتجنب أى لبس . إذ  
أن أطلس منسل لا يوجد إلا  
بالإنجليزية .

فى هذا الترتيب وزعت  
العشرة ألوان الآتية ( خمسة



شكل (٧)



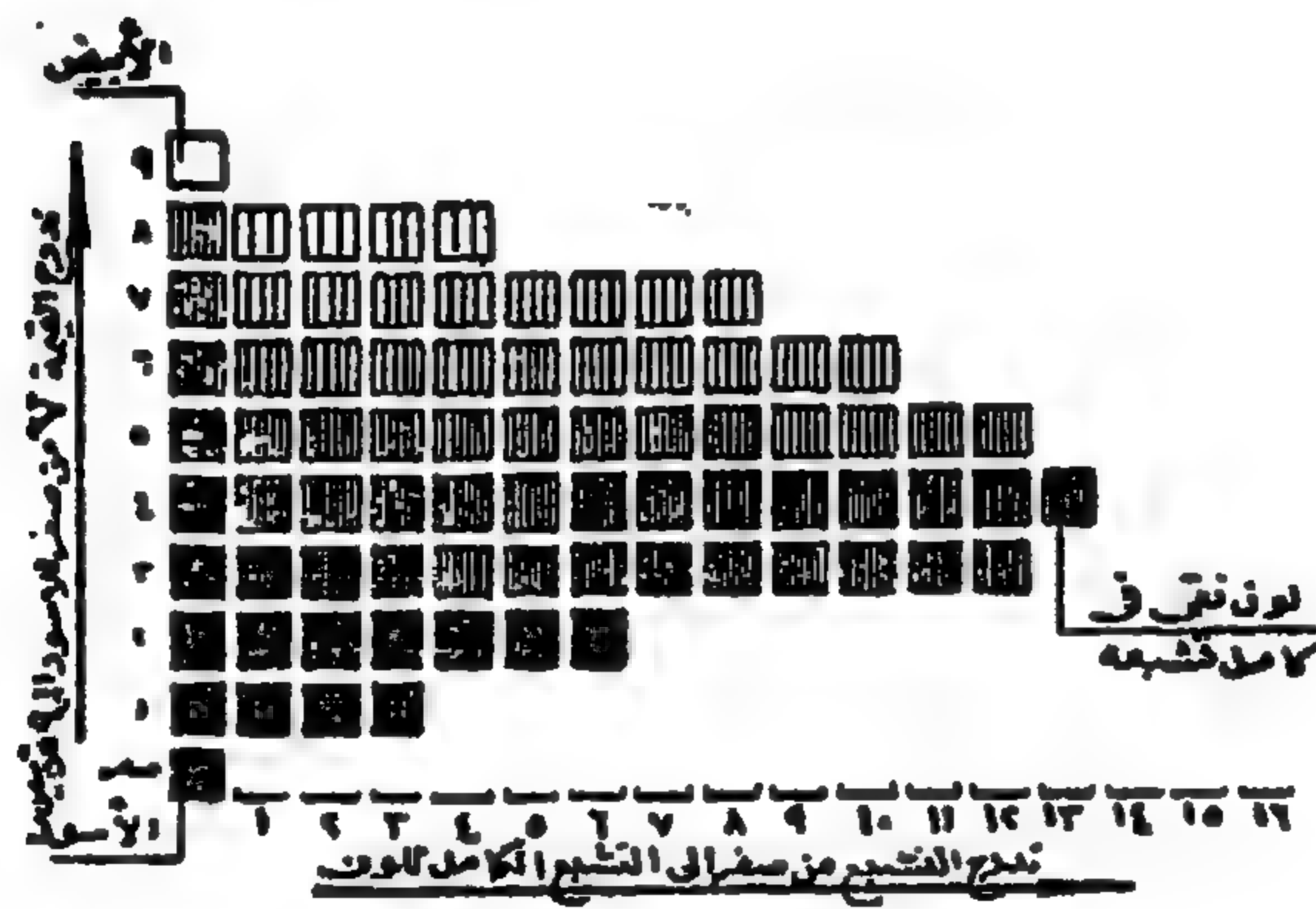
منها أساسية وخمسة متوسطة) بانتظام على مسافات متساوية ، على محيط دائرة كما في شكل (٧) موضوعة في مستوى أفقى .

Y: Yellow	أصفر .
YG: Yellow Green	أصفر مخضر
G: Green	أخضر
BG : Blue Green	أزرق مخضر
B : Blue	أزرق
PB : purple Blue	أرجوانى أزرق
P : purple	أرجوانى
Rp : Red purple	أحمر أرجوانى
R : Red	أحمر
YR : yellow Red	أصفر مائل للأحمر

وعلى محور متعامد على محيط هذه الدائرة ويمر بمركزها نحدد نقطتين متساويتى البعد عن مركز الدائرة : إحداهما النقطة التى تحمل رقم صفرا بالجهة السفلية ويمثل الأسود النموذجى . والنقطة الثانية وتحمل رقم ٩ بالجهة العلوية وتمثل الأبيض النموذجى . على أن تمثل التقسيمات المتوسطة على هذا المحور قيم للماديات متدرجة بمسافات بينية متساوية تربط الأسود بالأبيض .

إن التدرجات المختلفة على هذا المحور تقيم بقيم عددية ، ويرمز لها بالحرف V مثل  $V = ٢$  أو  $V = ٦$  . إنها تمثل تدرج الرماديات المحايدة مرموز لها بقيمة عددية . كما نلاحظ أن دائرة الألوان المتعامدة على هذا المحور

تمثل القيم المتوسطة للتدرجات الرمادية . أى ٧ على هذه الدائرة = ٥ خمسة ، وبالإشعاع من هذا المحور المركزى الممثل للقيم ٧ يزداد التشبع السدى يطلق عليه اسم Chroma ويرمز له بالحرف C . فإذا كانت C = صفر فيكون عندنا رمادياً محايداً ، وكلما زادت قيمة C فإننا نحصل على لون أكثر نقاءً وتشبعاً . بمعنى أن قيمة C تدل على تشبع اللون . وتدرج قيمة C من الصفر عند الرمادى الحياضى على المحور المركزى إلى الرقم ١٦ ، تبعاً لكمية التشبع .

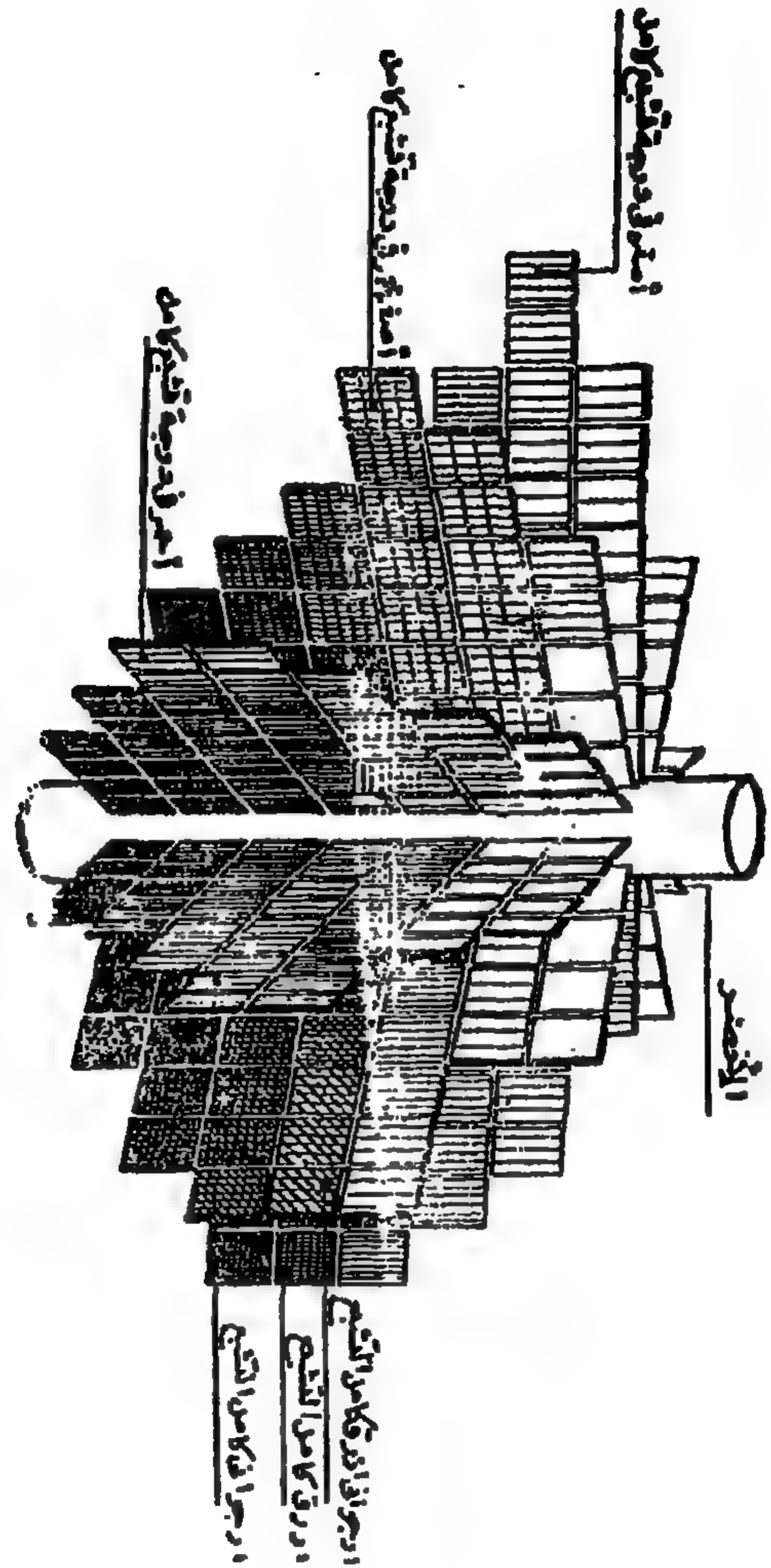


شكل (٨)

وشكل (٨) يبين قطاعاً موازياً للمحور الرأسى مبيناً عليه : تغير قيمة ٧ من الأسود عند الرقم صفر إلى الأبيض عند الرقم ٩ ، وتغير درجة التشبع من الصفر عند المحور المركزى بالإشعاع إلى الخارج حتى يصل إلى التشبع الكامل للون .

ويوضح الشكل (٩) نموذجاً لجسم منسل ، أما شكل (١٠) فيبين اتجاهات تغير دلالات اللون .

ولما كانت الألوان تختلف في قابليتها للتشبع . فإن بعض الألوان تمتد



شكل (٩)

أبعد من غيرها عن المحور المركزي الحيادي ، وعليه فإن الجسم أو الشكل الخارجي لمجموعة الألوان ليس متماثلاً ، كما هو موضح بالشكل. فالأحمر النقي بتشبع  $C = 14$  أنجده يمتد أبعد عن المحور المركزي من الأزرق المخضر الذي يتشبع  $C = 6$  فقط .



شكل (١٠)

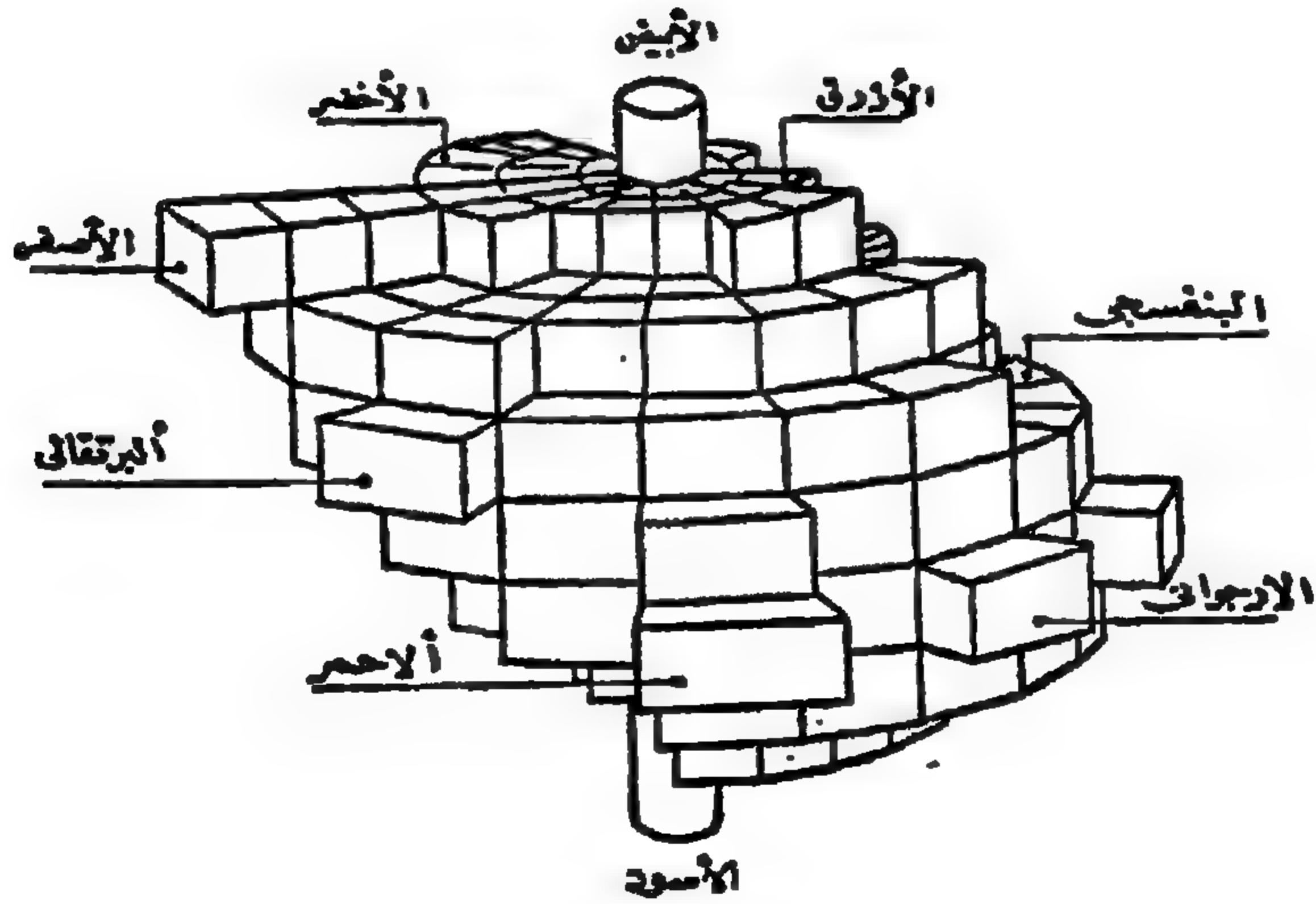
إن كل الألوان الموجودة على نفس المستوى الأفقي لها نفس القيمة  $V$ ، بمعنى أنها تظهر وكأنها في نفس مستوى القيمة بالنسبة للألوان الأخرى المكونة لجسم أو هيكل المجموعة .

إنه بالنسبة لقيمة  $V$  معينة ، نجد بعض الألوان تصل إلى تشبعها الأقصى أسرع من الألوان الأخرى. فالألوان الزرقاء الإرجوانية تصل إلى تشبعها الكامل عند قيمة  $V$  منخفضة جداً في حين أن بعض الألوان الأخرى كالأصفر مثلاً تحتفظ لنفسها بقيم  $V$  عالية مع تشبع  $C$  عال . بمعنى آخر أنه من غير الممكن الحصول على الأزرق الإرجواني مشبعاً بقيمة  $V$  مرتفعة . وبأسلوب آخر نقول أنه بملاحظة كل من الأصفر النقي والأزرق النقي نجد أن الأول فاتح أكثر، والثاني داكن أكثر من القيم المتوسطة. أي أن الأصفر النقي والأزرق النقي لا يقعان على الدائرة الكبرى المماثلة لدائرة الإستواء .

تلخيصاً لما سبق . أن اللون يحدد في ترتيب منسل بالثلاث دلالات الآتية ( كنه اللون  $H$  ، القيمة  $V$  والتشبع  $C$  ) .

— كنه اللون  $H$  يعطى له حرف أبجدي يحدد مكانه بين التقسيم المنتظم الموجود على محيط دائرة الألوان .

قيمة ٧ مرقمة من ١ إلى ٩ على المحور المركزي الحيادي .  
— رقم آخر C ليحدد بعد مكان اللون بالنسبة للمحور المركزي الحيادي .  
بهذه الدلالات الثلاث يمكن بكل دقة وصف أى لون وتحديد مكانه  
بالضبط في مجسم منسل للألوان .  
وعليه يحدد اللون ويكتب مثل YG 6/4 الذى يدل أو يقرأ « اللون  
الأصفر المخضر بقيمة ٧ قدرها ٦ ودرجة تشبع C تعادل ٤ » .  
إن طريقة الترقيم هذه تتميز بإمكانية الاستعمال المباشر ، إذ أنه في الامكان  
وبسرعة مع شئ من التمرين ، تصور وتكوين صورة في الذهن لأى لون  
بمعلومية دلالته الثلاث .



شكل (١١)

كذلك رتبت الألوان بطريقة منسل في مجسم ذي ثلاثة أبعاد مكون من  
وحدات صغيرة كما في شكل (١١) . كما توجد أطالس ملونة مبين فيها مختلف  
المساقط والقطاعات لهذا الجسم الشبه كروي .

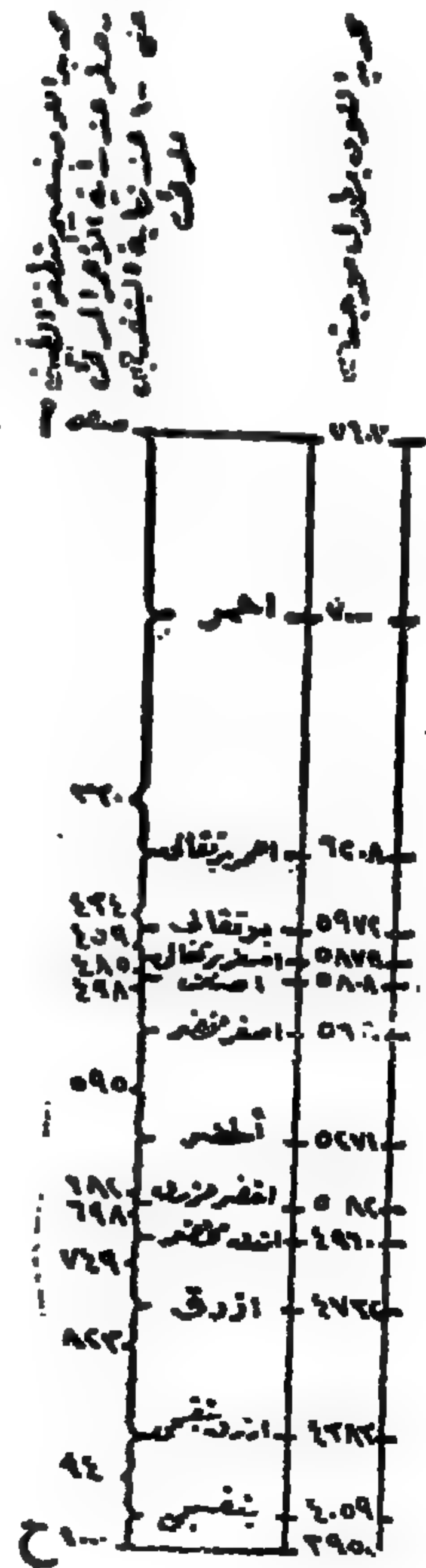


ومن المهم معرفة أن هذا التمييز أو الرمز هو فقط للمراجعة والتصنيف والترتيب ولا يدل على التكوين الطيفي للون .

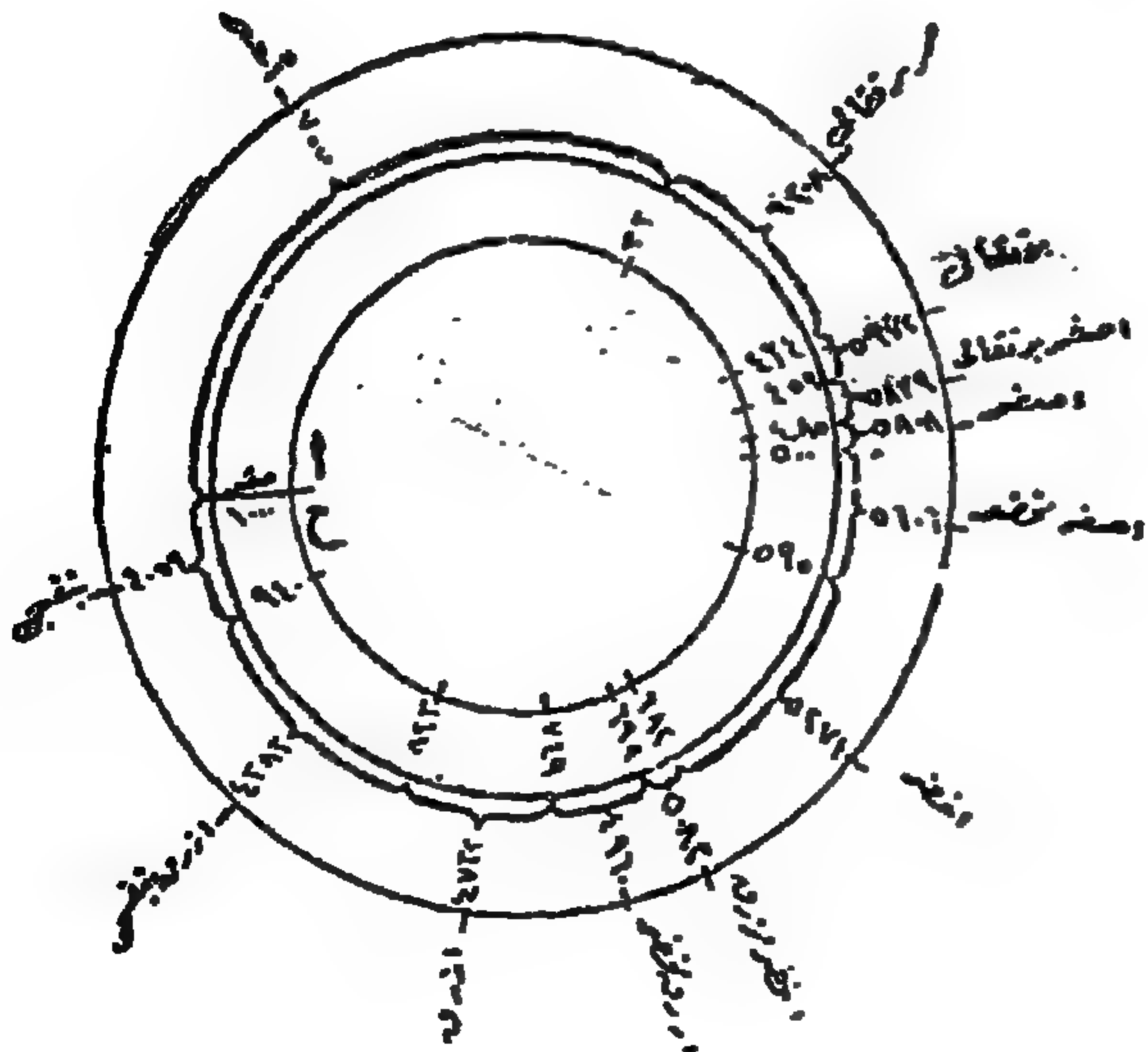
ترتيب رود : وأخيراً نوجه النظر إلى الشكل الذى قام به العالم «رود» بترتيب الألوان على خط مستقيم بطريقة تتطابق مع أطوال أمواجها .

ويتم العمل بتقسيم مجموعة ألوان الطيف إلى ١٠٠٠ قسم متساوى ابتداء من الصفر عند النقطة (أ) حتى ١٠٠٠ عند النقطة (ح) المبينة فى شكل (١٢) .

وسرى فى الأبواب القادمة أنه بوصل النقطة (أ) بالنقطة (ح) فى وضع دائرى كما فى شكل (١٣) نكون قد توصلنا إلى الوضع الذى يسمح لنا بالدراسة العلمية والعملية للألوان .



شكل (١٢)



شكل (١٣)





# الباب الثالث

## إدراك وحس الألوان

قلنا فيما سبق أن اللون هو ذلك التأثير الفسيولوجي الناتج على شبكية العين . فاللون ليس له أى حقيقة إلا بارتباطه بأعيننا التى تسمح بحسه وإدراكه بشرط وجود الضوء . فلا نستطيع إدراك أى لون إلا بواسطة الضوء الواقع عليه ثم إنعكس إلى أعيننا . وأنه من السهل تصور أن أى لون ، إذا ما سلط عليه ضوء قوى فإنه يعكس إشعاعاً أكثر ، وبالتالي يظهر أكثر نصوعاً . أما إذا ما وقع هذا اللون تحت ضوء خافت فإنه يعكس ضياءً قليلاً ويظهر غير واضح .

وإن الدليل على أن اللون هو تأثير فسيولوجي بداخل العين وليس شىء خارج عنا ، ما برهنه العلماء أنه فى الظلام الكامل أمكن إشعار أعصاب المخ بإحساسات ملونة ، وذلك بالتأثير المنشط ( بالاستعانة بتيار كهربى ) .

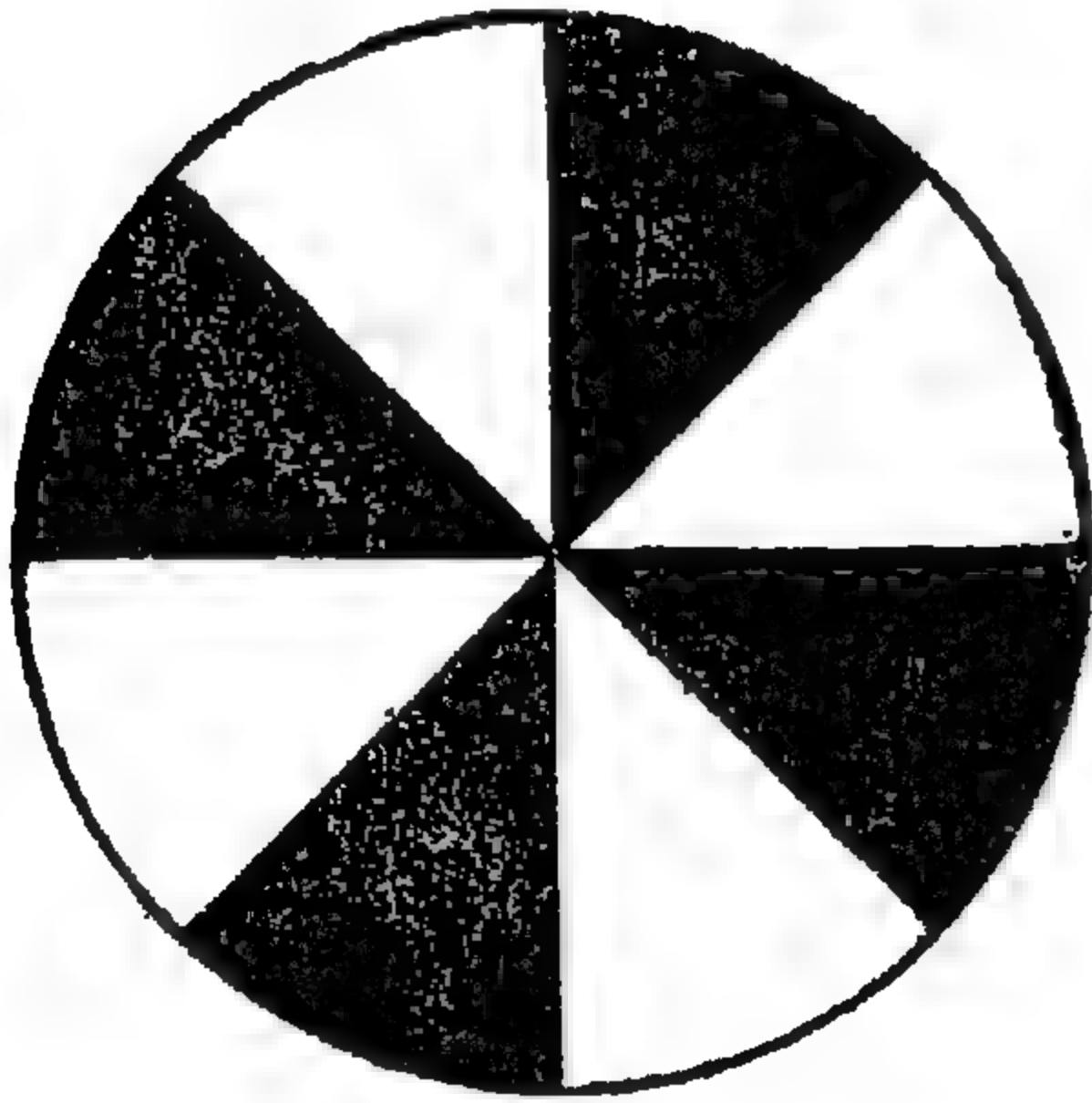
وقد برهن العالم ( نيوتن ) أن الضوء هو أن أصل اللون . فقد أثبت أن الضوء الأبيض يمكن تحليله - بمعنى تشتيته - إلى ألوانه الأصلية . كما وأن هذه الألوان نفسها يمكن تجميعها لنحصل على الضوء الأبيض . إذن فوجود الضوء توجد الألوان . ويتبع ذلك أن طبيعة الضوء تؤثر على طبيعة الألوان ، فنجد أن الألوان تختلف فى مظهرها تحت ضوء النهار عنه تحت الإضاءة الصناعية .

وكذلك العين يمكنها أن ترى ألواناً لا وجود لها . ويمكن التحقق من ذلك بإرادة قرص بنهام Benham الأبيض والأسود شكل ( ١٥ ) . هذا القرص



شكل (١٥)

إذا ما دار حول محوره بسرعة معينة.  
في إتجاه عقرب الساعة، هناك تظهر  
لنا ألوان على الأربع مجاميع ( أجزاء  
الدوائر ) الموجودة على القرص  
ترتيبها من المحيط إلى المركز كالآتي :  
الأحمر، يليه الأصفر، يليه الأخضر،  
يليه الأزرق . وإذا ما غيرنا إتجاه  
الدوران فإن وضع الألوان ينعكس .



شكل (١٦)

أما القرص المبين بشكل (١٦)  
للعالم علمهولتز Helmholtz فيسمح  
بوضع مشابه . هذه الأقراص جميعها  
تعطى في ضوء النهار ألواناً تختلف  
بإختلاف سرعة الدوران .

وإنه من السهل فهم كيف أن  
شيئاً ما يظهر أحمر أو آخر يظهر أخضر  
إذا فهمنا أن الأسطح عموماً لها قوة

تحليل للضوء (الطبيعي أو الصناعي) الواقع عليه . فكل سطح يمتص بعض  
الإشعاعات ويعكس الإشعاعات الأخرى في جميع الإتجاهات ( بصرف  
النظر عن لون الضوء الساقط على السطح ) .

إن لون الإشعاعات التي إنعكست من هذا السطح تمثل لونه . فمثلاً  
إذا ما ظهر سطحاً أحمر اللون ، ذلك لأنه حلل الضوء الساقط عليه فامتص

كل الإشعاعات ما عدا الإشعاعات الحمراء التي عكسها إلى أعيننا، والتي تقوم (أي العين) بدورها بنقلها إلى المخ، عن طريق مجموعة الألياف العصبية البصرية الخاصة باللون الأحمر ، وبذلك يتكون الإحساس باللون الأحمر .

إن أعيننا لا تستطيع أن تحلل الإحساس البصري، بمعنى أن العين لا يمكنها التمييز بين رسالة اللون الصادرة إليها من لوحة بيضاء مضاءة بضوء بنفسجي ، وبين الرسالة الصادرة من نفس اللوحة مضاءة بتركيب الصوئين الأحمر والأزرق، الذي ينتج عنها اللون البنفسجي . فالإحساس البصري هو نفسه في الحالتين ، ولا تستطيع العين فرز لون الضوء النقي من اللون الذي حصلنا عليه بمزج الصوئين .

وبالعكس ، إن العين البشرية آلة عن درجة كبيرة من الحساسية . هذه الحساسية ذات الحد الأقصى بالنسبة للون الأخضر ، تصل إلى الإنعدام في نهايتي الأحمر والبنفسجي من مجموعة ألوان الطيف عند كل من النقطتين ١، ح (راجع شكل ١٢ بالباب الثاني) . فالعين قادرة على إدراك أقل اختلاف في اللون . وإن العين السليمة يمكنها أن تميز من ٢٠٠ إلى ٢٥٠ لون على الأكثر .

كذلك أعيننا تميز بسهولة الألوان البنفسجية والحمراء ولا تستطيع بسهولة أن تقدر فروق درجات الألوان الصفراء . هذا صحيح ، حتى أن عمال الصباغة مثلا ، يقدرون درجات الألوان الصفراء بكمية مائة اللون الأزرق الواجب إضافتها إلى كمية مادة اللون الأصفر للحصول على لون أخضر عياري معين .

وبالنسبة للإضاءة الملونة فإنه فيسيولوجيا ، حيث للعين تكيف داخلي

خاص بكل لون. إن أعيننا يريحها الضوء الموحد وبذلك تقوى نسيباً حدة الإبصار . كذلك مع ضوء لمبات أصفر الصوديوم فإن العين تكتسب حدة أكبر ، لو أن العين تتعب بعد فترة من الزمن لعدم تعودها هذا الضوء . أما الضوء الأبيض فهو أقل ضوء يععب العين إذا ما تساوت شدة الإضاءة على الأسطح .

وفي حالة الأضواء المركبة نجد العين لا تتكيف ( بمعنى أنها لا تضبط تماماً ) في وقت واحد بالنسبة للألوان المتعددة. هذا ما يفسر بعض إنفعالات الجمهور أمام الأفلام الملونة حيث تظهر الصور زائدة التلوين . هذه الألوان طبيعية جداً، ولكن العين لم تعط الزمن الكافي ، كما في الطبيعة ، لمتابعة رؤية مختلف الأسطح الملونة . فنجدها تتعثر لأنها لم تستطع إستيعاب الكل في وقت كاف كما تتطلبه النفس .

ميكانيكية إحساس العين بالألوان : تستطيع أن نقول أن الإحساس باللون يتم كما لو كان بالعين ثلاثة مراكز للإحساس غير متساوية الحس لمختلف الإشعاعات اللونية . ولشرح هذا نقول :

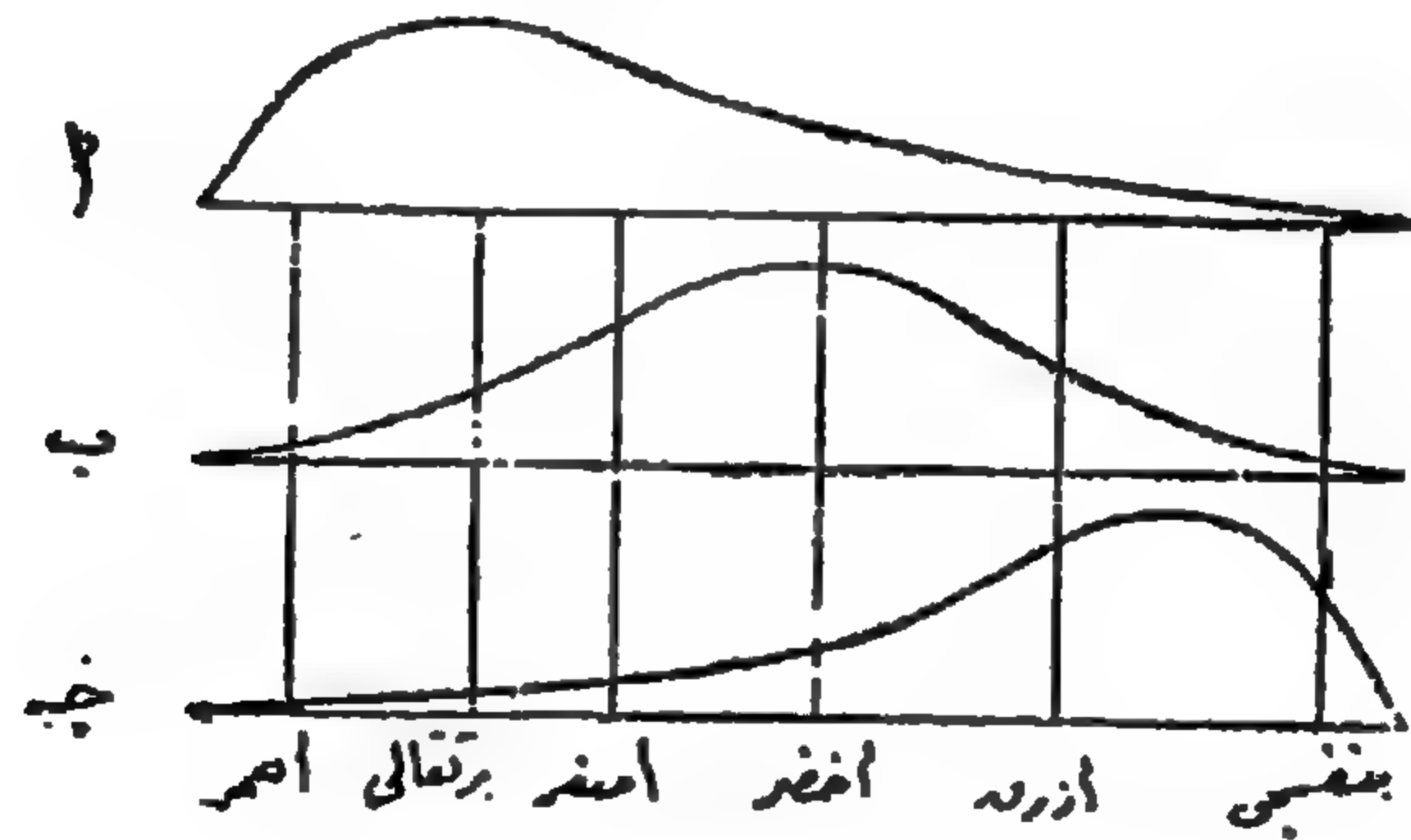
بمقتضى تفسير العالم البريطاني « ينج سنة ١٨٠٢ Thomas young » إن كل عنصر من العناصر المتناهية في الصغر المكونة لشبكية العين له ثلاث ألياف عصبية مخصصة لإستقبال ثلاث إحساسات لونية مختلفة :

— فالمجموعة الأولى : من هذه الألياف العصبية ذات حساسية هوجهة لخصوص بالنسبة لتأثير الموجات الضوئية الطويلة التي تحدث الإحساس الذي نطلق عليه اللون الأحمر .

— والمجموعة الثانية : حساسيتها بوجه الخصوص لتأثير الموجات المتوسطة الطول، التي تحدث الإحساس الذي نطلق عليه اللون الأخضر .

— والمجموعة الثالثة : التي تتأثر بنشاط بالموجات القصيرة التي تعطى الإحساس باللون البنفسجي .

ونتيجة لذلك ، فإن اللون الأحمر يؤثر بقوة على المجموعة الأولى من هذه الألياف العصبية . كما أنه بمقتضى نظرية « بنج » يؤثر كذلك على المجموعتين الأخيرتين وإن كان بقوة أقل . نفس الكلام يقال بالنسبة للألوان الخضراء والألوان البنفسجية . فكل لون يثير مجموعات الألياف العصبية الثلاثة، ولكن تأثيره يكون أكثر قوة على مجموعة الأعصاب المخصصة لاستقباله .



شكل ١٧

وقد رسم هلمهولتز Helmholtz المنحنيات البيانية التي تمثل تأثير مختلف الألوان على مجموعات الألياف العصبية الثلاثة كما مبين في شكل (١٧) ، وفيه نجد مثلاً ، المجموعة الأولى (أ) للألياف العصبية تثار بنشاط بالألوان الحمراء ويكون إثارته أقل بالألوان الصفراء ، وأقل منه بالألوان الخضراء ،



وضعيفة جداً بالألوان البنفسجية . كذلك يتضح من الشكل أن المجموعة الثانية ( ب ) من الألياف العصبية حساسة جداً لتأثير الألوان الخضراء ، وتقل إثارته بالنسبة للألوان الصفراء ثم الزرقاء ، وتكون أقل إثارة بالألوان الحمراء والألوان البنفسجية . وأخيراً يتضح من الشكل أن المجموعة الثالثة ( ح ) من الألياف العصبية ، نجدها تثار بسهولة بالألوان البنفسجية ، وتقل إثارته تدريجياً بمختلف الألوان الأخرى حسب الترتيب التالى : الأزرق ثم الأخضر ثم الأصفر ثم البرتقالى وأخيراً الأحمر .

كما ذكر العالم «ينج» أنه إذا أمكن إثارة — بنفس القوة تقريباً وفي وقت واحد — مجموعات الألياف العصبية الثلاثة ، فإننا نحصل على نتيجة جمع الإحساس ، الذى نطلق عليه أبيض .

وتعتبر نظرية «ينج» أولى النظريات التى أخذت فى الاعتبار شذوذ الرؤية الملونة ، وخاصة عمى الألوان .

فبعض الناس يرون الأجسام بغير ألوانها الطبيعية . فالألوان الأرجوانية يراها البعض زرقاء ، وبعضهم يرون الألوان الصفراء أكثر خضرة ، أو الحمراء يرونها سوداء . ومنهم ما لا يستطيع التمييز بدقة بين اللونين الأزرق والبنفسجى وتسمى هذه العلة بالعمى اللونى .

ويمكن تفسير علة عمى الألوان هذه حسب نظرية «هلمهولتز» بأن عيون مثل هؤلاء الناس ينقصها مجموعة أو مجموعتان من مجموعات الألياف العصبية الثلاثة ، السابقة الذكر .

فمثلاً إذا ما فقدت العين المجموعة الأولى من الألياف العصبية ( التى تثار بالألوان الحمراء ) . فإن الألوان الحمراء تبدو للعين وكأنها سوداء . أما



الألوان الأرجوانية فتبدو لهذه العين زرقاء ، إذ لا يكون للون الأحمر الموجود في هذه الألوان أى تأثير أو إثارة للألياف العصبية في العين ، لفقدتها الإحساس باللون الأحمر .

هذا هو الدالتونيزم « Daltonisme » نسبة إلى العالم دالتون Dalton الذى تخصص فى دراسة هذه العلة وأطلق عليها اسمه . ونجد تقريباً ١٪ من الرجال مصابين بهذه العلة ، ونادراً ما نجدها عند النساء .

أما الألوان الصفراء فهى التى تثير مجموعتى الألياف العصبية الخاصتين بكلا اللونين الأحمر والأخضر ، فلما كانت العين المصابة عديمة التأثير بالألوان الحمراء ، لذلك تبدو الألوان الصفراء لهذه العين أكثر خضرة .

كما وأنه لا يمكن للعين الفاقدة الإحساس باللون الأحمر التمييز بدقة بين اللونين البنفسجى والأزرق وذلك لفقد العين الإحساس باللون الأحمر الموجود فى اللون البنفسجى ، ولذلك يبدو اللون لهذه العين أزرق تماماً .

أما العين ، إذا كانت غير قادرة على تمييز الألوان ، فهذه حالة نادرة جداً .



# الباب الرابع

## عملية مزج الألوان

La Synthèse additive المزج بالجمع

La Synthèse Soustractive المزج بالطرح

عند مزج الألوان ببعضها ، سواء أكانت أشعة ضوئية أو مواد ملونة .  
فإن عملية المزج تتم بإحدى طريقتين :

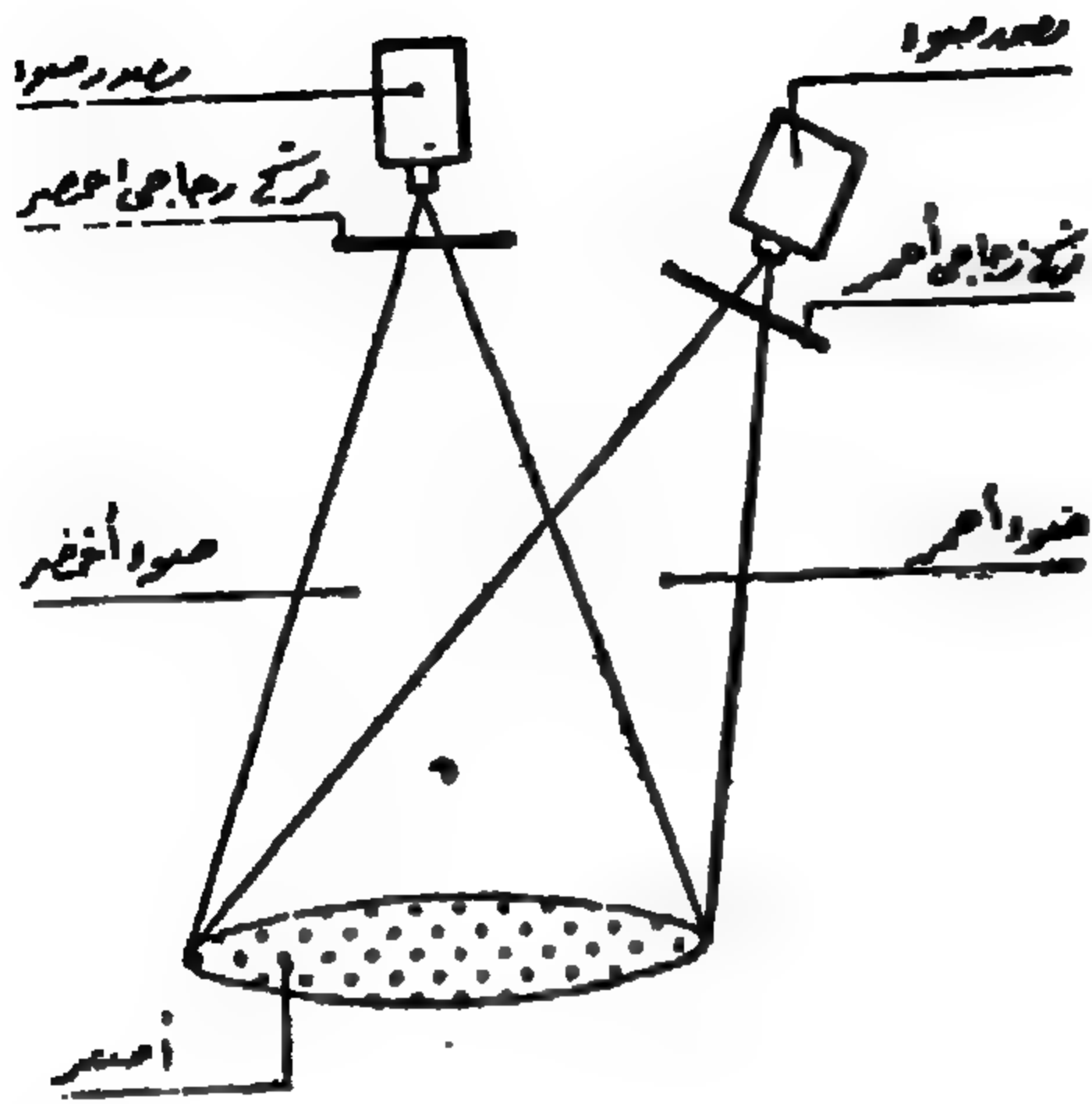
المزج بالجمع أى بالإضافة : إذا ما أسقطنا ، على لوحة بيضاء غير لامعة ،  
دائرة ضوئية من منبع ضوء موضوع أمامه لوح زجاجى ملون (مرشح) ، فإن الضوء  
بمروره خلال المرشح الزجاجى نجده يكتسب لون المرشح ، وينتج من ذلك  
ظهور دائرة ضوئية بلون المرشح على اللوحة البيضاء .

وإنه بالاستعانة بثلاثة منابع للضوء أمام كل منها مرشح : الأول أحمر  
والثانى أخضر والثالث أزرق ، فتراكب كل اثنين من هذه الدوائر الضوئية  
الملونة الثلاث ، كما هو مبين بشكل (١٨) ، فإننا نحصل على .

— بتراكب الضوئين الأحمر والأخضر نحصل على ضوء باللون الأصفر .  
— وبتراكب الضوئين الأخضر والأزرق نحصل على ضوء باللون الأخضر  
المائل إلى الزرقة ( سيانيه Cyané ) .

— وبتراكب الضوئين الأزرق والأحمر نحصل على البنفسجى ( ماجنتا  
Magenta ) .

وبتراكب الأضواء الثلاثة : الأحمر والأخضر والأزرق — إذا ما كانت



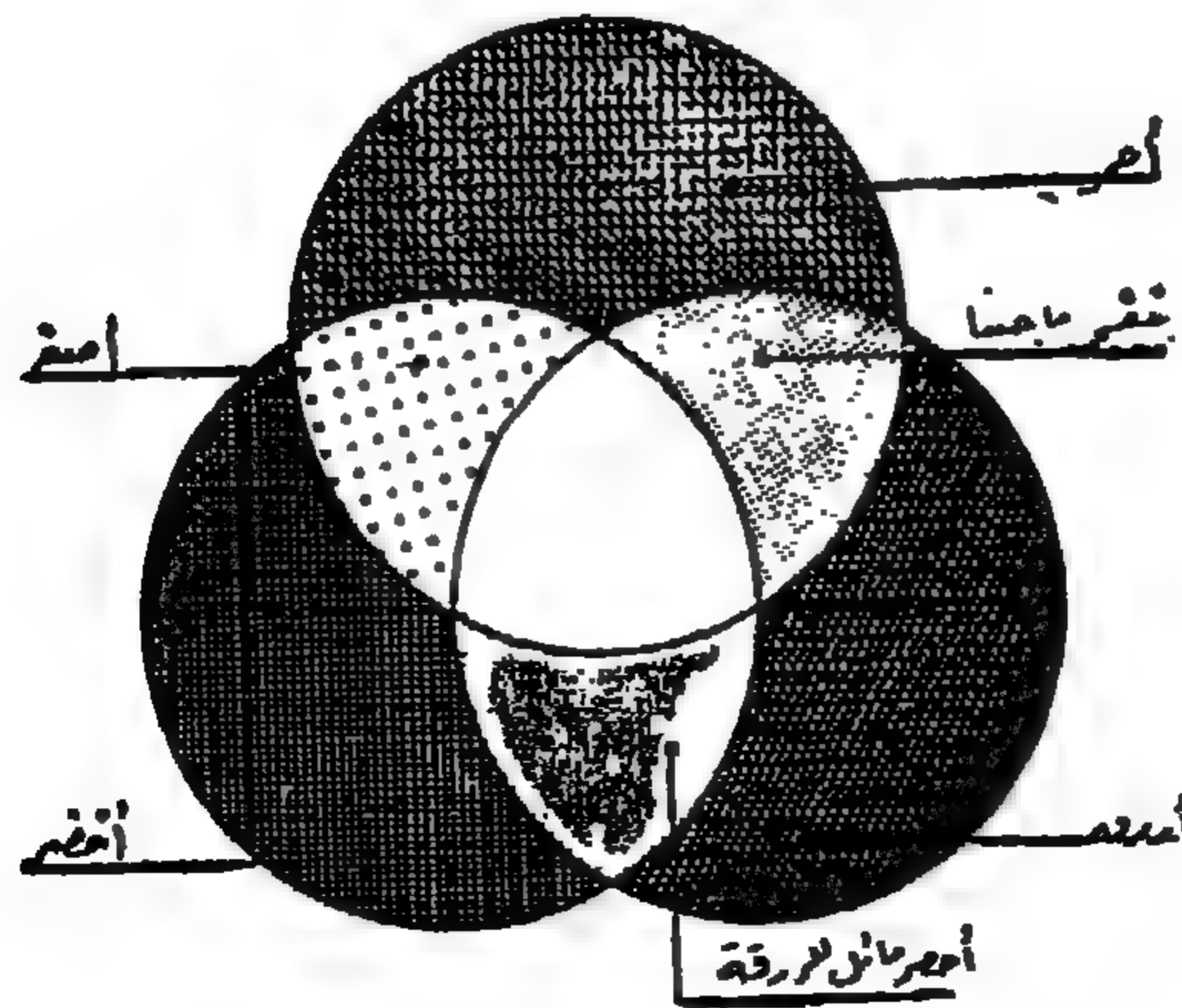
مقاديرها مناسبة - فإننا نحصل على الأبيض . بمعنى أنه كلما أضفنا ضوءاً على ضوء آخر فإننا نقرب من الحصول على الضوء الأبيض .

إن الضوء باللون الأصفر ، في الحالة الأولى ، قد نتج عن عملية جمع وإضافة لكل من

شكل (١٨)

الضوئين الأحمر والأخضر . وبالمثل يقال للضوئين الأخضر المائل للزرقة (سيانيه) والبنفسجي ماجنتا

هذا ما يسمى المزج بالأضافة أو الجمع . والشكل (١٩) يبين كروكي إرشادي لأتراكب الأضواء : الأحمر والأخضر والأزرق ، ونتيجة مزجها مثنى



شكل (١٩)

مثنى . كما نجد فى الجزء الشبه مثلى فى وسط الشكل أنه يتراكب ومزج الثلاثة أضواء بهذه الألوان الأساسية ينتج الضوء الأبيض .

المرج بالطرح أى النقصان : إن اللوح الزجاجى الكامل الإحمرار لا يضيف إلى الضوء المار خلاله إشعاعات حمراء ، بل يحذف منه كل الإشعاعات التى هى ليست حمراء . ويمكننا التحقق من هذا بوضع لوحين زجاجيين متتابعين أمام مصدر واحد للضوء الأبيض : أحدهما تام الإحمرار والآخر تام الزرقة . نجد أن الضوء بمروره خلال اللوحين قد حذف نهائياً تقريباً . فالوح الزجاجى الثانى الذى لم يمرر إلا الأزرق نجده يمتص الضوء الأحمر الذى هو وحده استطاع أن يمر خلال اللوح الزجاجى الأحمر الموضوع قبله .

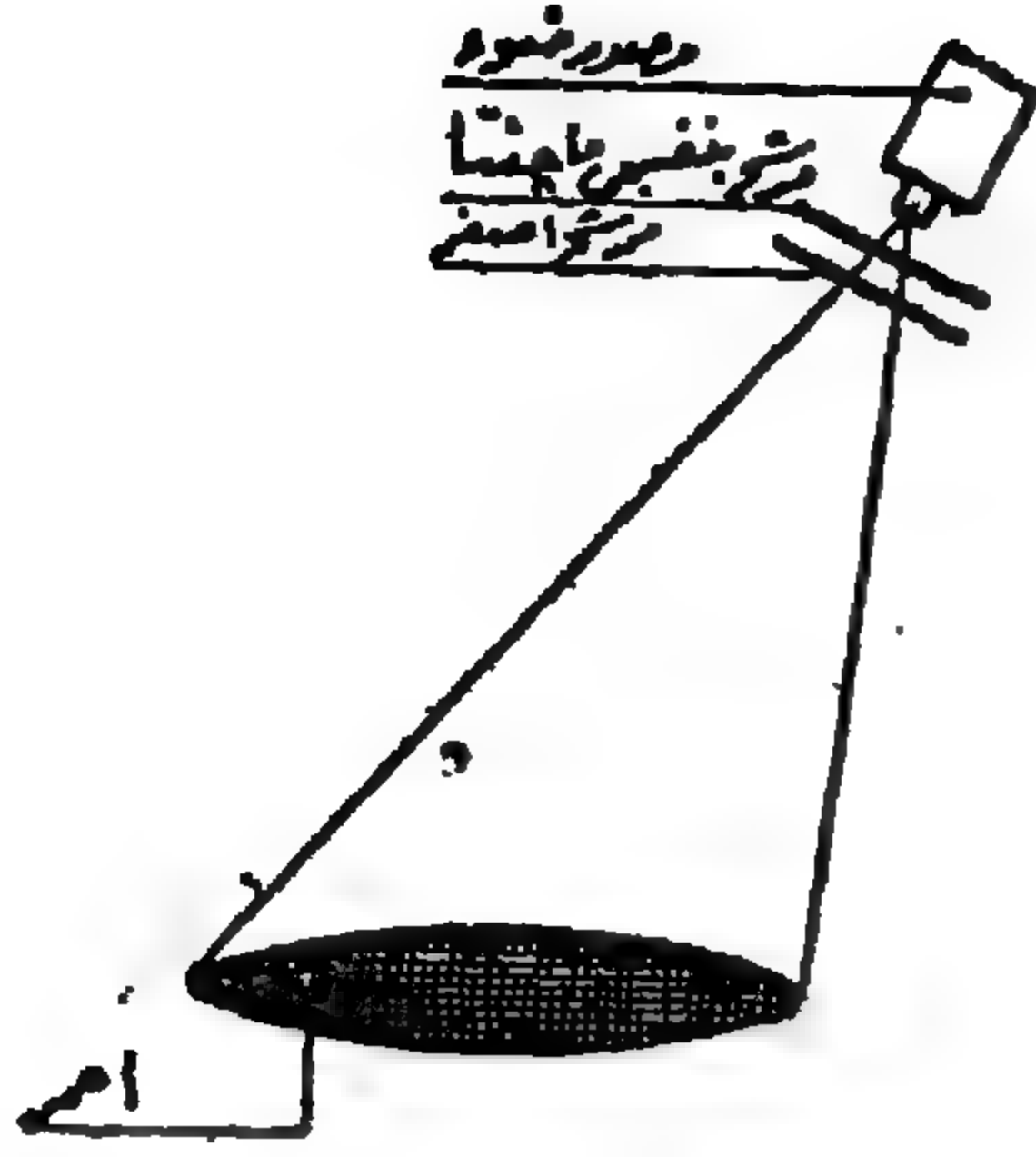
إننا إذا وضعنا الواحد زجاجية ( مرشحات ) ملونة بالألوان : بنفسجى ماجنتا ، أصفر ، أخضر مزرق ، الواحد فوق الآخر بالتتابع أمام منبع واحد للضوء ، كما مبين شكل ( ٢٠ ) فإن نتيجة مزجها مثنى مثنى تختلف عن الحالة السابقة المبينة بشكل ( ١٨ ) :

— فبتراكب المرشحين البنفسجى ماجنتا والأصفر . فإننا نحصل على ضوء باللون الأحمر .

— وبتراكب المرشحين الأصفر والأخضر المزرق فإننا نحصل على ضوء باللون الأخضر .

— وبتراكب المرشحين الأخضر المزرق والبنفسجى ماجنتا فإننا نحصل على ضوء باللون الأزرق .

وبتراكب الثلاثة مرشحات ، الواحد فوق الآخر بالتتابع أمام منبع



شكل (٢٠)

الضوء فان كل منها يحجز الجزء الخاص به من الإشعاعات الملونة المكونة للضوء الأبيض ، فنحصل على - الأسود - الذي هو انعدام الضوء . إن الضوء باللون الأحمر قد نتج عن عملية طرح ونقصان للأشعة المكونة للضوء الأبيض ، فيوضع المرشحين البنفسجي ( ماجنتا )

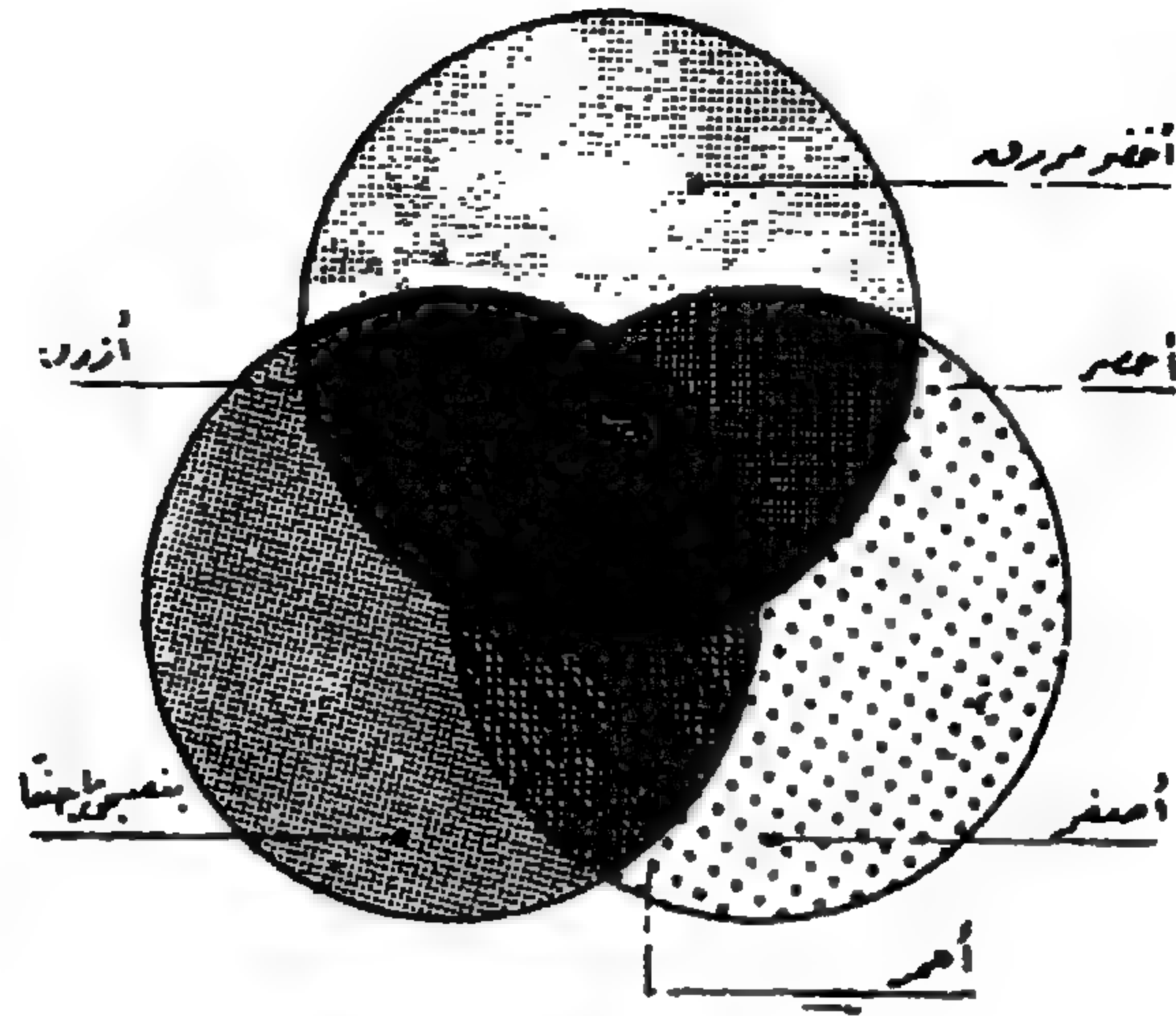
والأصفر أمام هذا الضوء الأبيض . فإننا نجد أن كل مرشح قد قام بدوره وألغى جميع الإشعاعات ماعدا الخاصة بلونه ، فبقيت الأشعة البنفسجية ( ماجنتا ) والصفراء التي يمزجها تكون الضوء باللون الأحمر .

وبالمثل يقال لكل من الضوء باللون الأخضر الناتج عن مرور الضوء خلال المرشحين : الأصفر والأخضر الممزق الموضوعين أمام الضوء الأبيض بالتتابع . وكذا الضوء باللون الأزرق الناتج عن مرور الضوء خلال المرشحين الأخضر الممزق والبنفسجي ( ماجنتا ) .

هذا ما يسمى المرح بال طرح أو النقصان للألوان الضوئية .

ويبين شكل (٢١) كروكي إرشادي لألوان المرشحات الثلاثة المستعملة وهي : البنفسجي ( ماجنتا ) والأصفر والأخضر الممزق ، ونتيجة تراكبها و مزج ألوانها مثنى مثنى . كما نجد في الجزء الشبه مثلثي في وسط الشكل ، أنه يتراكب الثلاث مرشحات السابقة الذكر أمام مصدر الضوء الأبيض فإنه كما قلنا يحدث حذف كامل للضوء ، أعني إنعدام الضوء المار .





شكل (٢١)

مزج المواد الملونة : أما بالنسبة للمواد الملونة ( التي تستعملها نحن في التلوين ) فكما قلنا سابقاً أن الإحساس باللون ، الناتج عن مادة ملونة ، ما هو إلا نتيجة إمتصاص هذه المادة الملونة لبعض إشاعات طيف الضوء الذي يضيئها ؛ وإرتداد ( أى إنعكاس ) بعضها . فتكتسب المادة الملونة لون الاشعاعات المنعكسة . وبأسلوب آخر نقول أن الضوء المستعمل نجده يتعرض لعملية طرح ونقصان بإمتصاص المادة الملونة لبعض اشعاعات طيفه ، وما يتبقى من إشعاعات فإنها تنعكس ويكون لون المادة الملونة .

وعليه ، فالإحساس الناتج عن مزج مادتين ملونتين هو باقى عمليتي طرح مختلفتين للضوء الذي يضيئهما ، وما يتبقى هي الإشعاعات التي لم تمتص من كلا اللونين ، وإنعكست إلى أعيننا من مزيج هاتين المادتين الملونتين . نستنتج من ذلك أن نتيجة مزج المواد الملونة تم بالطرح ، مشابهة في ذلك نتيجة تراكب المرشحات الملونة السابقة الذكر بالتتابع أمام المنبع الواحد للضوء .

وعليه فبمزج المواد الملونة الأولية (١) الثلاث: الأصفر والأحمر والأزرق تنتج كل التركيبات اللونية المعروفة :

— فبمزج مادتي التلوين الأصفر والأحمر تنتج مجموعة الألوان البرتقالية .

— وبمزج مادتي التلوين الأحمر والأزرق تنتج مجموعة الأرجوانيات والبنفسجيات .

— وبمزج مادتي التلوين الأصفر والأزرق تنتج مجموعة الألوان الخضراء .

وبمزج مواد التلوين الأولية الثلاث هذه (وهي الأصفر والأحمر والأزرق) فإنه ينتج الأسود . بمعنى أنه إذا مرّجت مادة ملونة بأخرى فإننا نقرب من الأسود .

مزج المواد الملونة بالتآلف البصري : وقد نجح العالم نيوتن في الحصول على مزج المواد الملونة بالجمع ، وذلك بالمزج بالتآلف البصري *melange optique* .

أحضر نيوتن قرصاً مستديراً ، وقسمه الى أربعة أقسام متساوية ، ثم لون كل قسم بالألوان الطيف السبعة : الأحمر ثم البرتقالي ثم الأصفر ثم الأخضر ثم الأزرق ثم النيلي وأخيراً البنفسجي ، مرتبة حسب وبنفس نسب وجودها في الطيف الشمسي كما هو مبين بشكل (٢٢-أ) .

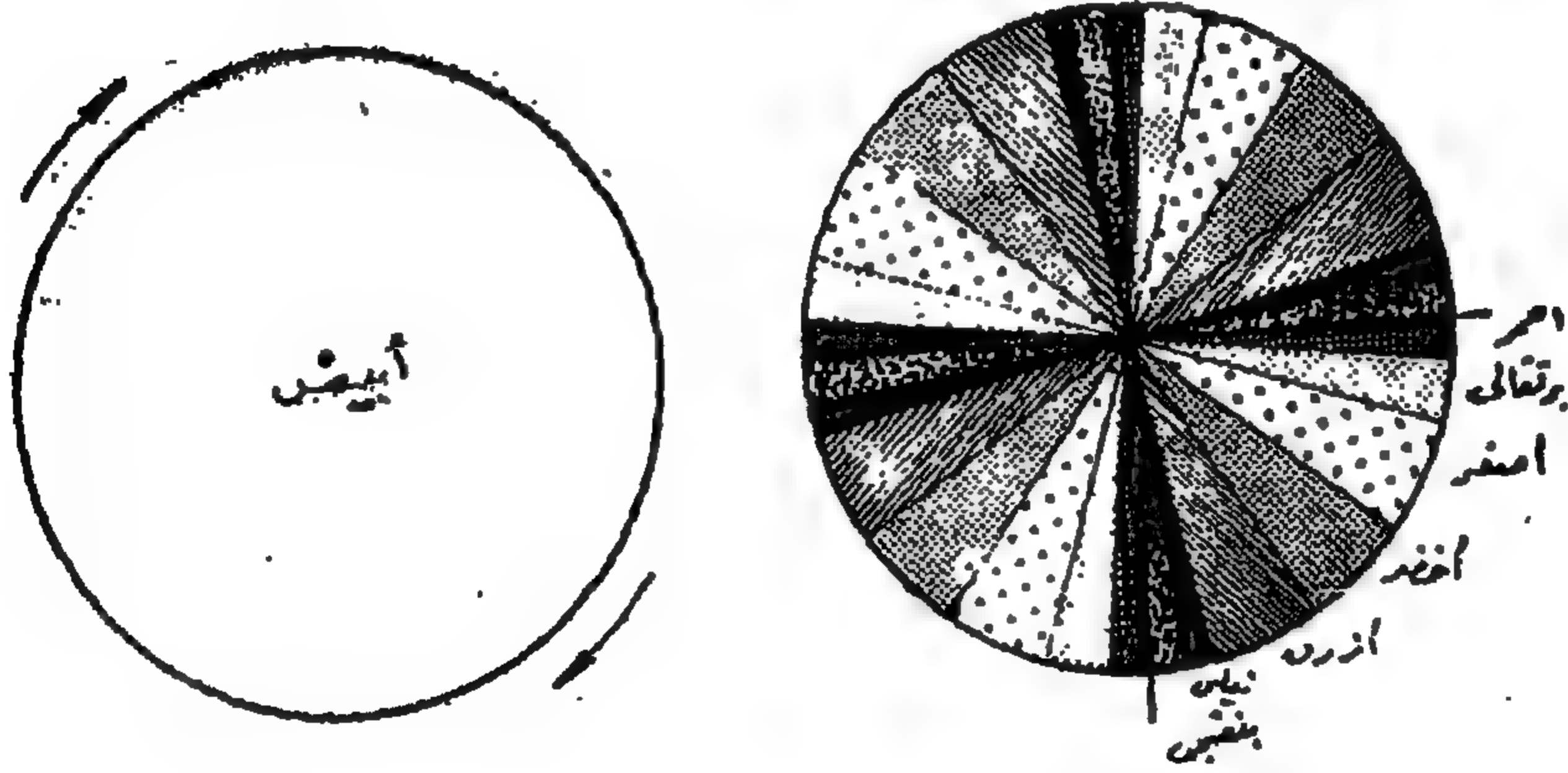
فلما أدار القرص بسرعة معينة إمتزجت الألوان أمام العين وتجمعت

---

(١) هي الألوان الابتدائية التي لا يمكن تكوينها بمزج مادتين ملونتين معا .

إحساساتها في إحساس واحد ، ورأت العين القرص أبيض ، كما في شكل ( ٢٢ - ب ) . وبذلك أثبت نيوتن أن الضوء الأبيض مركب من مجموعة ألوان الطيف بعملية مزج بالجمع .

كما توصل « ماكسويل Maxwell » بالإستعانة بالأقراص الدوارة المسماة بإسمه إلى الإستدلال على الاختلاف الجوهرى بين النتائج التى نحصل عليها بمزج المواد الملونة ( الذى يتم بعملية الطرح ) ونتائج خلط الإحساسات الملونة ( الذى يتم بعملية الجمع ) حيث لا يمكن للون الأصفر واللون الأزرق بمزجهما بصرياً أن ينتج اللون الأخضر .



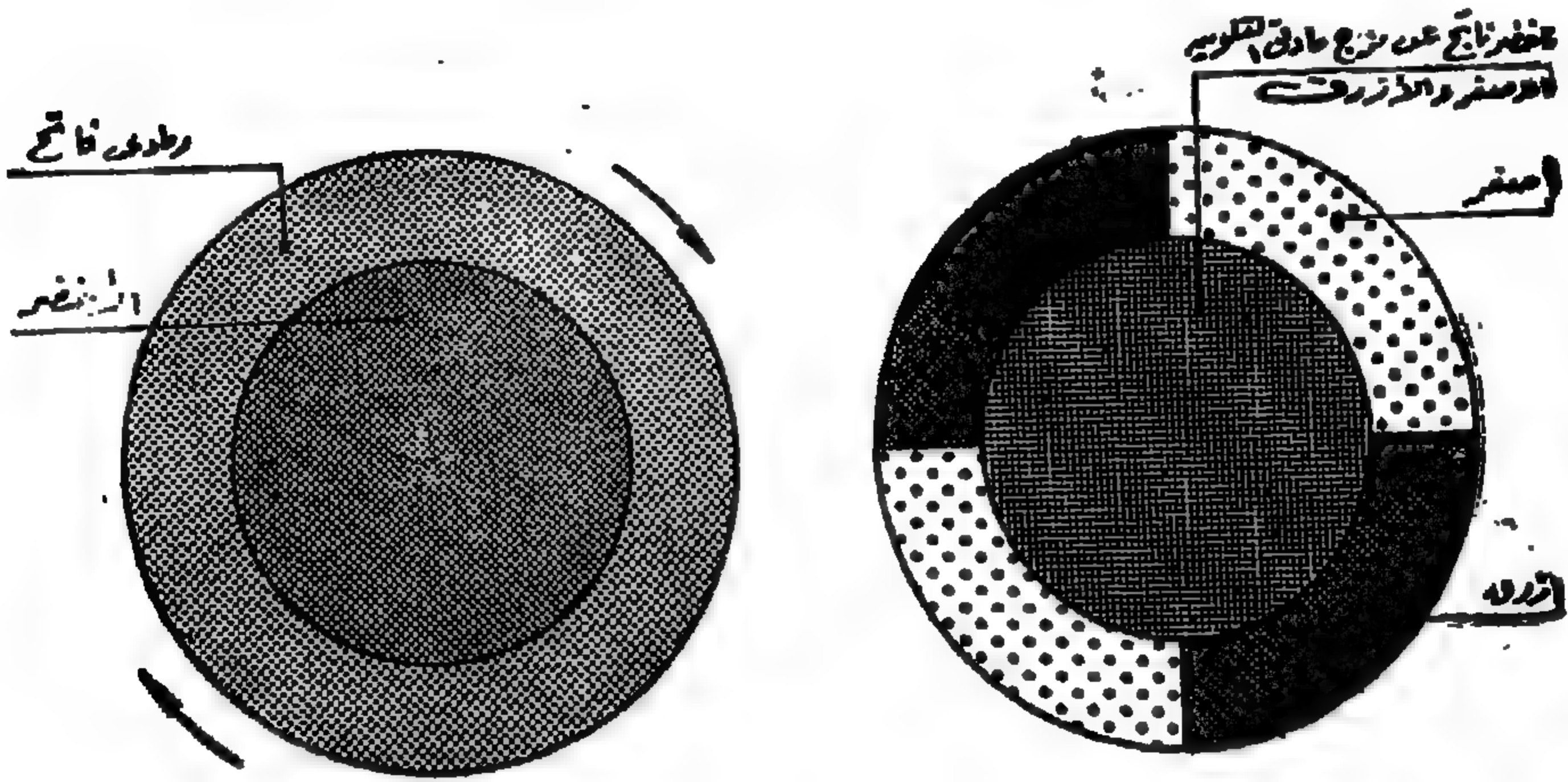
شكل (٢٢-ب)

شكل (٢٢-أ)

ويمكننا القيام بهذه التجربة بإحضار قرص من الورق المقوى ، وفيه الدائرة الداخلية ملونة باللون الأخضر ( حصلنا عليه بمزج المادتين الملونتين الصفراء والزرقاء بجزئين متساويين ) . وأما الحلقة الخارجية ، فمقسمة إلى أربعة أقسام متساوية : ربعان متقابلان منها باللون الأصفر والربعان الآخران

باللون الأزرق ، وكلا اللونين الأصفر والأزرق هما اللذان مزجا من قبل للحصول على اللون الأخضر في الدائرة الداخلية ، كما هو مبين بشكل (٢٣-أ) .

فإذا ما دار القرص حول محوره بسرعة معينة فإنه بالمرج البصرى لكلا اللونين الأصفر والأزرق شكل (٢٣-ب) نجد ههما لا يعطيان أبداً اللون الأخضر ، ولكن يعطيان لونا رماديا مائلا الى اللون الأصفر المخضر ، في حين نجد اللون الأخضر في الدائرة الداخلية يبقى كما هو أثناء الدوران .



شكل (٢٣-أ)

شكل (٢٣-ب)

إن المصورين الذين انتموا للمدرسة التأثرية . ويطلق عليهم بالفرنسية Pointillistes أو Divisionnistes لم يمزجوا أبدا ألوانهم على البسائيت ، ولكنهم استعملوا الألوان نقية كما هي من أنابيبها ، ووضعوها في لوحاتهم الفنية بمسطلحات صغيرة ، متجاورة وليست متراكبة .

وتتلخص طريقتهم هذه في تجاور الألوان المختلفة ، سواء بصورة نقاط صغيرة أو خطوط رفيعة متقاربة جداً بحيث أنه بالرجوع إلى الخلف مسافة تناسب مع عرض الخطوط أو حجم النقاط فإنه يحدث على شبكية العين



مزج بصرى للألوان المتجاورة ، وتختلط ببعضها وتكون لوحة منتظمة .

كذلك فى فن التصوير عامة، يعتمد المصور على مزج الألوان الذى يحدث على شبكية عين الناظر، إذ أنه كلما رجع الى الوراء فإن الألوان المتجاورة فى اللوحة تمزج مع بعضها وتتداخل ، هذا المزج يعطى اللوحة سحراً أخساذاً ، لأن الألوان تظهر أكثر نقاءً وأكثر اختلافاً . كما يتغير مظهر اللوحة تغيراً قليلاً تبعاً لقرب أو بعد العين ، مما يجعل اللوحة ذات حيوية وحرارة .

إنه من الأهمية بمكان أننا عند دراسة أى ناحية من نواحي اللون يجب علينا مقدماً أن نعرف بوضوح ما إذا كان اللون ناتجاً عن عملية مزج بالجمع أو عملية مزج بالطرح .

إننا نحن المعماريين والمصورين ومهندسى الديكور نمزج المواد الملونة مثل الأزرق والأصفر فنحصل على اللون الأخضر . إننا بذلك نقوم بعملية مزج بالطرح .

إن مهندس الديكور وكذا مهندس الإضاءة الذى يسقط ضوءاً أخضر على لوحة حمراء . إنه كذلك يقوم بعملية مزج بالطرح . فكما قلنا ، إن اللوحة الحمراء ، بالطبع ، لا تعكس إلا اللون الأحمر ، فباستقبالها للون الأخضر فإنها لا تعكس شيئاً وتظهر سوداء .

وبالعكس ، فى مصانع لمبات الإضاءة ، كما فى لمبة الفلورسنت الحديثة ، تمزج مواد مضيئة زرقاء وأخرى صفراء للحصول على ضوء أبيض وليس أخضر ، فى هذه الحالة تم عملية مزج وتركيب اللون بالجمع .

وقد أعطى العالم « هلمهولتز » الجدول التالى ، حدد فيه الإحساس اللونى الذى ينتج داخل العين نتيجة مزج ضوئين بسيطين .

ضوء						
بنفسجى	أزرق نيل	أزرق	أخضر مزرق	أخضر	أصفر مخضر	أصفر
أحمر	أرجوانى	وردي غامق	وردي فاتح	أبيض	أصفر فاتح	أصفر ذهبي
برتقالى	وردي غامق	وردي فاتح	أبيض	أخضر فاتح	أصفر	برتقالى
أصفر	وردي فاتح	أبيض	أخضر فاتح	أخضر فاتح	أصفر مخضر	
أصفر مخضر	أبيض	أخضر فاتح	أخضر فاتح	أخضر		
أخضر	أزرق فاتح	أخضر فاتح	أخضر فاتح			
أخضر مزرق	أزرق	أزرق مخضر	أزرق مخضر			
أزرق	أزرق نيل					

١. الجدول التالى فيبين التغيرات فى الإحساسات اللونية داخل العين برؤية المواد الملونة إذا ما أضيئت بأضواء ملونة .

نتيجة التغير فى الإحساسات اللونية داخل العين برؤية المواد الملونة إذا ما أضيئت بأضواء بلون :				
أزرق	أخضر	أصفر	برتقالى	أحمر
بنفسجية	بنفسجى غامق	أسود	بنفسجى فاتح	
زرقاء	بنفسجى مزرق	أزرق	أزرق غامق	
خضراء	أخضر غامق	رمادى	أخضر فاتح	
صفراء	أصفر مخضر	أصفر فاتح	أصفر فاتح	
برتقالية	بنفسجى غامق	بنفسجى فاتح	بنفسجى فاتح	
حمراء	أخضر غامق	أخضر فاتح	أخضر فاتح	

يلاحظ أن هذا الجدول لم يأت بالضبط بالنتائج المتوقعة :

فيندهش مثلاً لمشاهدة مجموعة المواد الملونة الخضراء بوجه عام تغرق



فى الضوء الأخضر . والسبب فى هذا هو أن هذه المواد الملونة : الخضراء ، هى مزيجات من مواد ملونة زرقاء وصفراء . وإننا نتوقع ، أنه تحت ضوء نقي وبإستعمال مواد خضراء نقية أن نجد هذه المادة الملونة الخضراء يزيد بها الضوء الأخضر جمالاً ، فى حين أن المادة الملونة الخضراء الناتجة من مزج المادتين الملونتين الأزرق والأصفر نجدها تقم وتظهر بمظهر مشوه متسخ يفقدها لونها .

كذلك ما يحدث لمجموعة المواد الملونة : البنفسجيات ، ظاهرة أخرى تدل على عدم نقاء المادة الملونة . إنه لا توجد مواد تلوين بنفسجية نقية . أنها جميعاً مزيجات من المواد الملونة الزرقاء والحمراء . ولذا نجدها يفتسح لونها فى الضوء الأحمر . فى حين أن المادة الملونة البنفسجية النقية يجب أن تقم فى هذا الضوء .

وبالمثل ، ففى كلا الضوءين الأزرق والأخضر . المفروض أن الألوان الحمراء تقم بوضوح ، ولكننا نجد بعضها يميل إلى البنفسجى .



## الباب الخامس

### الألوان الساخنة (الدافئة) Couleurs chaudes

### • والألوان الباردة Couleurs froides

حقيقة نجدها في معظم اللغات أن الألوان الحمراء والبرتقالية تسمى ألواناً ساخنة أو دافئة ، وأن الألوان الزرقاء والقريبة من الزرقاء تسمى ألواناً باردة. هذه التسمية ربما لأن الألوان الحمراء والبرتقالية هي ألوان النار والدم، وكلاهما مصدر للحرارة والدفع. أما الألوان الزرقاء والألوان القريبة منها فقد سميت ألواناً باردة ، ربما لأن السماء والمياه وكلاهما مصادر برودة نجد ألوانها تميل إلى الزرقة .

والسؤال الآن : هل توجد علاقة فسيولوجية أو سيكولوجية — يحسها الإنسان — لهذه الحقيقة اللغوية ؟

في الواقع ، هذه الألوان الحمراء والبرتقالية تعطينا الإحساس بالدفع والسخونة ، أما الألوان الزرقاء والقريبة منها فتعطينا الإحساس بالبرودة . وقد ذكرت أمثلة صحيحة لمصانع بالخارج ، كان يشكو العمال فيها من برودة الصالات المطلية باللون الأبيض أو الأزرق المخضر ، وإذا بنا نجد هؤلاء العمال في حالة نفسية طيبة بطلاء نفس هذه الحوائط باللون الكريم البرتقالي .

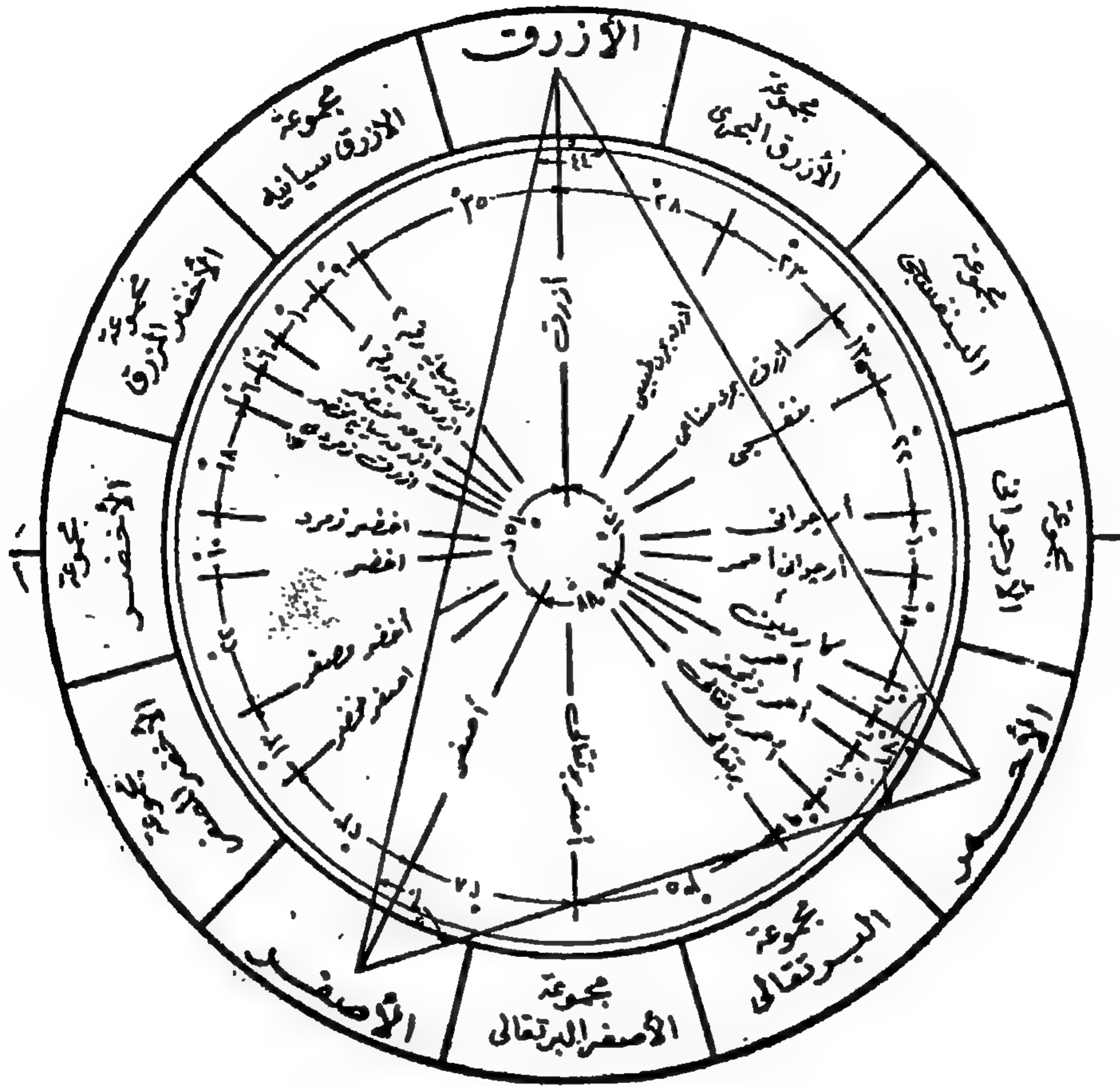
وقد حاول بعض الباحثين معرفة ما إذا كان لهذا الإحساس بالحرارة أي تأثير فسيولوجي ، أو أنه إحساس سيكولوجي محض . وقد برهنت التجارب أنه لا يوجد بوضوح أي ارتباط بين الإحساس الفسيولوجي بالحرارة واللون .

إن الإحساس السيكلوجي بالبرودة والسخونة موجود فعلا لاجدال في ذلك، ولكنه خارج عن كل التغيرات الحرارية الفسيولوجية للشخص .

ولندرس الآن مناطق وحدود كل من الألوان الساخنة والألوان الباردة في الدائرة اللونية. فقد ذكرنا عند التكم عن ترتيب الألوان للعالم « رودنك Rodenck » بالباب الثاني ، أنه بترتيب الألوان في وضع خطي بطريقة تتطابق مع أطوال أمواجها ، ثم بتقسيم المسافة بين أولها عند النقطة (أ) وآخرها عند النقطة (ح) إلى ١٠٠٠ قسم متساوي ، ثم بوصل النقطة أ بالنقطة ح في شكل دائري ، نكون قد توصلنا إلى الوضع الذي يسمح لنا بالدراسة العلمية والعملية للألوان .

فبالرجوع إلى شكل (١٣) ، إذا مارسمنا خطا أفقيا وهو في الوقت نفسه يكون عموديا على محيط الدائرة من النقطة أ ح ، فإننا نلاحظ أن هذا الخط يمر بالضبط بمركز الدائرة م ويمتد فيقطع المحيط في نقطة عند التدرج ٥٠٠ . هذه النقطة حيث ينتهي الأصفر عند النقطة ٤٩٨ ، وحيث بدأ الأصفر المخضر يسجل درجتين هما ٤٩٩ ، ٥٠٠ على التقسيم . هذا التحديد الدقيق لإبتداء من النقطة ٥٠٠ إلى النقطة صفر عند (أ) يدل على المكان المخصص حيث الأمواج الأطول التي تعطي الإحساس بالألوان الساخنة . وإبتداء من النقطة ٥٠٠ إلى النقطة ١٠٠٠ عند (ح) يدل على المكان المخصص حيث الأمواج الأقصر فالأقصر التي تعطي الإحساسات بالألوان الباردة .

وعليه فهذه الدائرة اللونية الطيفية راجع ، شكل (١٣) هي إذن نقطة البداية العلمية عند تمييز الألوان من ناحية السخونة أو البرودة .



شكل (٢٤)

وحتى نصل إلى علاقات للألوان فيما بينها ، مثل التكامل والتباين ، كما سيأتى شرحه ، فقد بدلنا هذه الدائرة اللونية الطيفية والتي إتفقنا على أنها الأساس العلمى الصحيح لنقطة إنطلاقنا ، بدائرة أخرى سوف نسميها بالدائرة اللونية العلمية شكل ( ٢٤ ) Cercle Chromatique Scientifique التي صممت مطابقة لديagramات التباين التي حسبها «رود» والتي حدد فيها أماكن الألوان بمقدار الزوايا التي تحصرها على محيط الدائرة ، بحيث تظهر العلاقات المضبوطة بين الألوان وبعضها من حيث التباين والتكامل .

في هذه الدائرة نجد الخط الأفقى ا ب يشطر هذه الدائرة إلى نصفين متساويين . بالشط العلوى وزعت مجموعة الألوان الباردة وبالشط السفلى وزعت مجموعة الألوان الساخنة .

وحتى نصل بصورة ملموسة إلى إحساسات السخونة والبرودة يلاحظ أننا أدرنا هذه الدائرة قليلا حول محورها بحيث تتجه مجموعة الألوان الزرقاء إلى الشمال . والألوان الصفراء والبرتقاليات إلى الجنوب ، وتقع مجموعة الأرجوانيات في الشرق ، ومجموعة الألوان الخضراء في الغرب .

بهذه الطريقة التصويرية ، يظهر لنا أن الألوان الزرقاء هي ألوان باردة . أما الألوان الصفراء والبرتقاليات فهي ألوان ساخنة ، كما وأن الألوان الخضراء والألوان الأرجوانية هي ألوان معتدلة ، على مسافات متساوية بين القطب الشمالى والقطب الجنوبى من الدائرة .

هذه الصورة حقيقية بدرجة أن اللون الأرجوانى إذا ما قلت فيه نسبة الأحمر وتقدم ناحية اللون البنفسجى فإنه يعد في مجموعة الألوان الباردة .



بالعكس إذا ما زادت فيه نسبة اللون الأحمر فإنه يدخل في مجموعة الألوان الساخنة . كما يدخل اللون الأخضر في مجموعة الألوان الساخنة إذا ما أضيف إليه الأصفر . وبالعكس يدخل في مجموعة الألوان الباردة إذا ما تقدم ناحية اللون الأزرق .



## الباب السادس

### تكامل الألوان

ذكرنا فيما سبق عند التكلم عن ميكانيكية إحساس العين بالألوان ، أن سطحاً ما بلون أحمر مثلاً ، يتعرض للضوء الأبيض ، فإنه يعكس إلى أعيننا إشاعات الضوء القادرة على إثارة مجموعته الأعصاب على شبكية العين التي تعطينا الإحساس باللون الأحمر ، كما يمتص هذا السطح باقي الإشاعات الأخرى التي لم يقدّم بعكسها إلى العين . إن لون مجموعة باقي الإشاعات هذه التي أمتصت يقال أنه مكمل للون الشعاع الذي إنعكس من السطح . وعليه فإن إشعاعين متكاملين لونياً ، بتأثيرهما في وقت واحد وينسب معقولة على العين فإنها يعطيان الإحساس بالضوء الأبيض .

كذلك ينص علم الطيفية على أن الضوء الأبيض عندما يخترق مرشحاً زجاجياً بلون ما فإن الضوء ينفذ من المرشح بلون مكمل للون الضوء الذي أمتصه هذا المرشح .

أما بالنسبة للمواد الملونة ، فلما كانت ألوانها الأولية هي : الأحمر والأزرق والأصفر ، كما أننا قد بينا في الباب الرابع أنه بمزج الأحمر بالأزرق فإننا نحصل على لون ثانوي هو اللون البنفسجي . إن هذا اللون البنفسجي هو اللون المكمل للون الثالث الأولي الذي هو الأصفر . وبنفس الطريقة يمكن الحصول على اللون المكمل للون الأحمر ، وذلك بمزج اللونين الأولين الأزرق والأصفر فينتج اللون الأخضر . كذلك بالنسبة للون المكمل للون الأزرق وهو البرتقالي الذي ينتج من مزج الأحمر والأصفر .

وبذلك يمكن تلخيص « أن المواد الملونة الثانوية التي نحصل عليها بـمزج  
أى مادتين ملونتين أوليتين ، هى ألوان مكملة للون الثالث من مجموعة الألوان  
الأولية الثلاثة . »

وبالنسبة للرماديات عامة فيمكن تكوينها بـمزج أى لونين متكاملين : مثل  
الأحمر والأخضر - الأصفر والبنفسجى - البرتقالى والأزرق - الأحمر البرتقالى  
والأزرق المخضر - . . الخ .

وإنه لجدير بالملاحظة أنه بـمزج هذه المواد الملونة المتكاملة لا ينتج الرمادى  
الحىادى ، بل النتيجة تختلف بعض الشيء . فأحيانا نحصل على رمادى مائل  
للبرودة مثل الرمادى الفيرافى وبالإنجليزية Mousey gray وأحيانا نحصل على  
الرماديات الدافئة مثل الرمادى البنى brownish gray وبالفرنسية Marron .

وإننا بالرجوع إلى الدائرة اللونية العلمية شكل (٢٤) نجد أن كل مجموعة  
من الألوان الطيفية موضوعة مواجهة لمجموعة مكملاتها . بمعنى أن كل لون أو  
كل مجموعة لون نجدها موضوعة على الطرف الثانى للقطر الواقع عليه لونه  
المكمل . هذا الوضع بسيط ، سهل تذكره ، ايس فقط بالنسبة الأساسون  
الأولية الثلاث ولكن سهل تذكره أيضاً لكل الألوان المتوسطة الممكن  
فرضها .

فمثلا نرى اللون الأصفر يقع مقابلا وعلى نفس القطر مع الأزرق البحرى  
( بالفرنسية ) blue d' outremer naturel ، وعليه فهما لوان متكاملان .  
واكن يمكن لهذا الأصفر أن يكون مكمل للبنفسجى أو الأزرق Cyané  
حسب ما يكون هذا اللون الأصفر ، إما أصفر مخضر أو أصفر مائل  
للبرتقالى .

كذلك نرى أن الأحمر مكمل للأزرق Cyané المخضر ، ولكن هذا الأحمر فهو بحسب ما يكون أحمر قرمزيًا Carmin فيصبح مكملًا للأزرق الزمردى أو أن يكون أحمرًا برتقاليًا فيصبح مكملًا للأزرق Cyané . وقد أعطى « رود » في دياجرام الألوان المتباينة ، أزرقًا مخضرًا كمكمل للأحمر زنجفر Vermillon ، راجع شكل ( ٢٤ ) . كما أعطى ( رود ) للأرجواني الأحمر كمكمل للأخضر الزمردى .

وأما اللون البرتقالى يمكن أن نجد مكمله فى الأزرق الذى يكون فى هذه الحالة أزرق Cyané ، أى أزرق مائلا للأخضر اوطالما البرتقالى مال إلى الحمرة . إن دائرتنا العلمية للألوان تعطينا فكرة دقيقة عن تكامل الألوان . وإننا نلاحظ أنه كلما مال اللون الساخن إلى البرودة كلما كان لونه المكمل يميل عكسيا إلى السخونة .

ظاهرة حدوث الغلالات الشفافة المكملة Vciles complementaires داخل العين :  
إنه رأى مشكوك فيه قولنا أن العين بمشاهدتها لونا فإنها تشعر بتعب (إذ كلما أطلنا النظر إلى هذا اللون فإن شدته داخل العين نجدها تقل شيئا فشيئا أثناء مدة زمنية تقدر بحوالى العشرين ثانية ) وأنها ، أى العين تبحث عن لون مكمل لهذا اللون المرئى حتى تنشأ مجموعة بيضاء ، وهكذا تسريح العين .

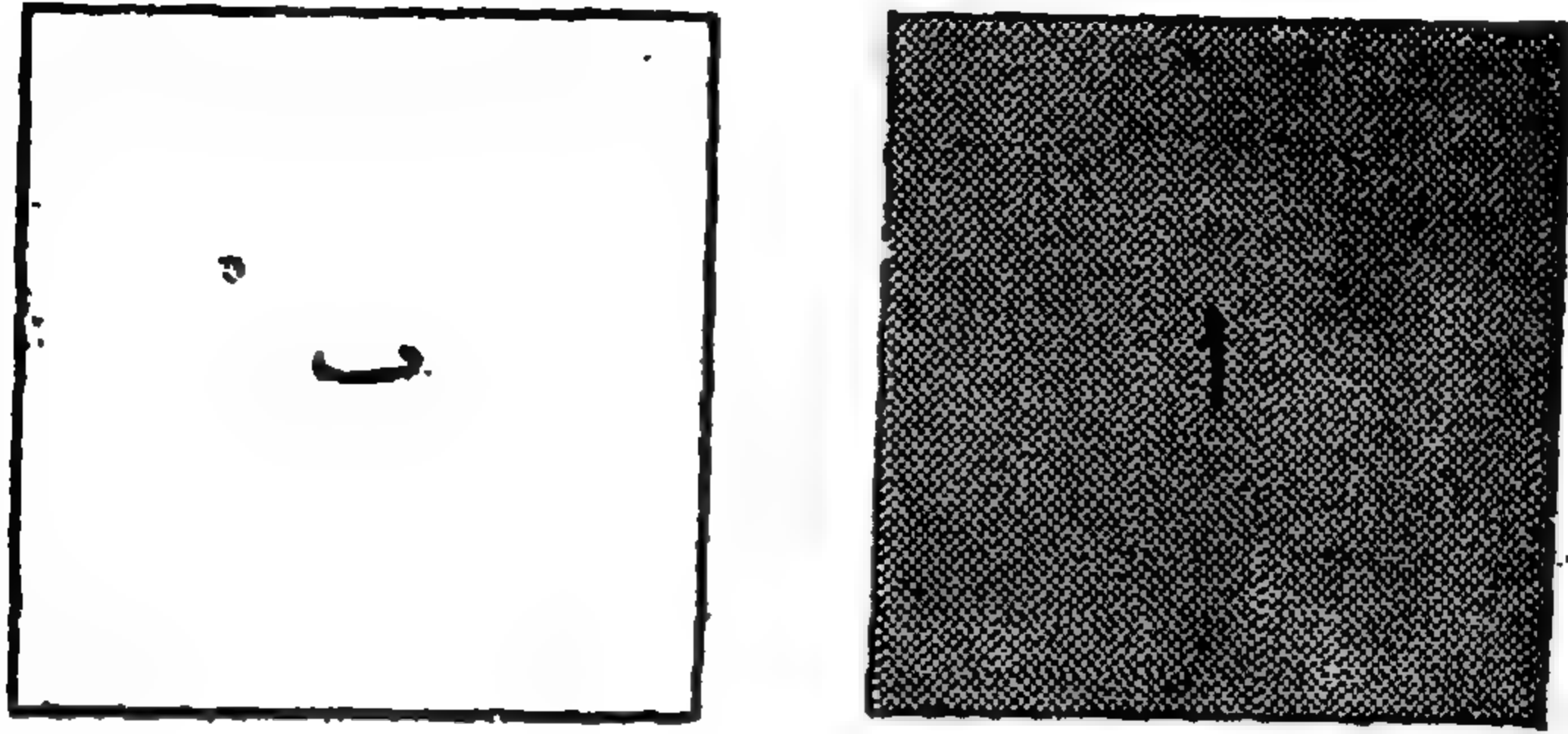
ان أندريه روسل André Roussel يفسر لنا هذه الظاهرة بأن غلالة Voile شفافة ملونة بلون مكمل لهذا اللون المرئى نجدها تحدث شيئا فشيئا داخل العين وتتراكيب فوق اللون مما يسبب فى تقليل شدة هذا اللون .

وتوضيحا لذلك نقوم بالتجربة الآتية :-

ارسم على ورقة بيضاء مربعين متجاورين طول ضلع كل منهما ٤ سم .



لون أحد المربعين بلون أصفر ليموني كامل التشبع ، واكتب في مركزه الحرف  
ا . أما المربع الثاني فاتركه بدون تلوين ، واكتب في مركزه الحرف ب  
شكل (٢٥) .



شكل (٢٥)

ضع هذه الورقة المرسوم عليها المربعين في ضوء الشمس حتى تضاء بأقوى  
شدة ممكنة ، وثبت نظرك داخل المربع الملون على الحرف ا . وخلال عشرين  
ثانية ، تلاحظ أن اللون الأصفر الليموني الذي كان ناصعاً جداً في أول  
الأمر بدأت شدته تقل شيئاً فشيئاً . وبعد العشرين ثانية انقل نظرك سريعاً من  
النقطة ( ا ) إلى النقطة ( ب ) داخل المربع الغير ملون ، حيث تراه قد تلون  
بشدة باللون البنفسجي .

هذا ما يثبت أنه أثناء وقوع بصرك على اللون الأصفر فإن غلالة بنفسجية  
مكتملة قد حدثت داخل العين وتراكبت فوق الأصفر ، وأن هذه الغلالة  
البنفسجية هي التي قللت شدة اللون الأصفر . فلما انتقلت العين بسرعة من النقطة  
ا إلى النقطة ب فإن هذه الغلالة البنفسجية الموجودة داخل العين انتقلت على المربع  
الغير ملون فغطته ولونته لحظياً ، حتى يضيع تأثير هذه الغلالة داخل العين ، فيظهر  
المربع ب أبيض مرة ثانية .

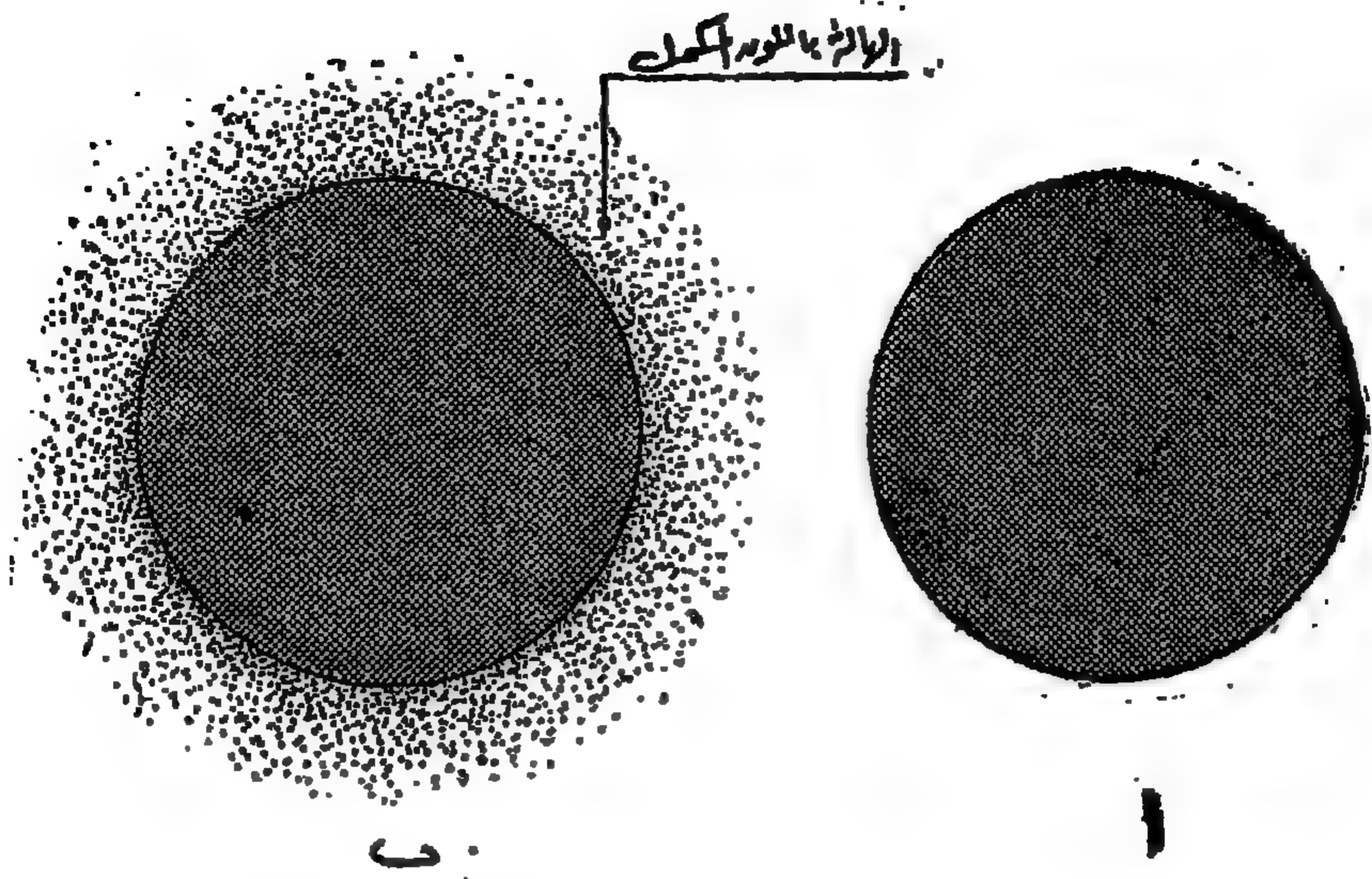
ويمكننا إعادة التجربة بإستعمال مربعات بألوان أخرى ، بذلك نتعرف على مكملاتها . وقد اخترنا الأصفر الليمونى لإجراء هذه التجربة لأنه هو اللون الذى يعطى الغلالة المكمل الأكثر قوة وشدة .

ولكن ، أئى نتائج يمكن إستنباطها مما سبق ؟ .

أولا : إن العالم « شفرى Chevreul » قد لفت نظرنا إلى تكوين الهالات Halos المكملة التى تحدث حول الألوان ، حيث قال ما ترجمته « إن وضع اللون ليس معناه تلوين المكان الذى مرت عليه فرشاة التلوين ، إنه بالإضافة إلى ذلك — تلوين الجزء الملاصق له بلون مكمل لهذا اللون المستعمل » .

بدون شك أن الهالات المكملة تظهر حول الألوان ، ولكننا نكون مخطئين بإستعمال هذا الإصطلاح ، اذ أننا نطبع فى الأذهان أن ما يحدث هو فقط تكوين حالة حول مساحة اللون ، فى حين أنه فى الحقيقة يحدث تكوين غلالة بلون مكمل تغطى مساحة اللون المرئى فتسبب تكسره بعض الشيء وبالتالى تقلل من شدته ، وتزيد عن مساحته من جميع نواحيه ، مما يحدث حالة حول مساحة اللون بلون مكمل له نتيجة زيادة مساحة هذه الغلالة عن مساحة اللون نفسه .

وشكل (٢٦) يصور لنا هذه الظاهرة . فى شكل ( ٢٦ - ١ ) نجد دائرة نفترض أنها بلون ما — فإذا ما أمعنا النظر فيه لمدة حوالى عشرين ثانية فى ضوء كاف ، فإن غلالة شفافة تحدث داخل العين بلون مكمل للون داخل الدائرة وتزيد مساحتها عن مساحة اللون نفسه المترابكة فوقه . فتظهر مساحة اللون الأصيل وحولها حالة بلون مكمل شكل ( ٢٦ - ب ) .



شكل (٢٦)

ثانيا : إننا إذا ما نظرنا إلى لون ما، فإنه يظهر أكثر حيوية في اللحظة الأولى، ثم يأخذ في التكدر والميل قليلا إلى الرمادية شيئا فشيئا، في مدة حوالى عشرين ثانية. هذا ما يجعلنا نقول أن اللوحات الملونة لا يتساوى فيها الإحساس البصرى للنظرة الأولى والنظرة بعد لحظات .

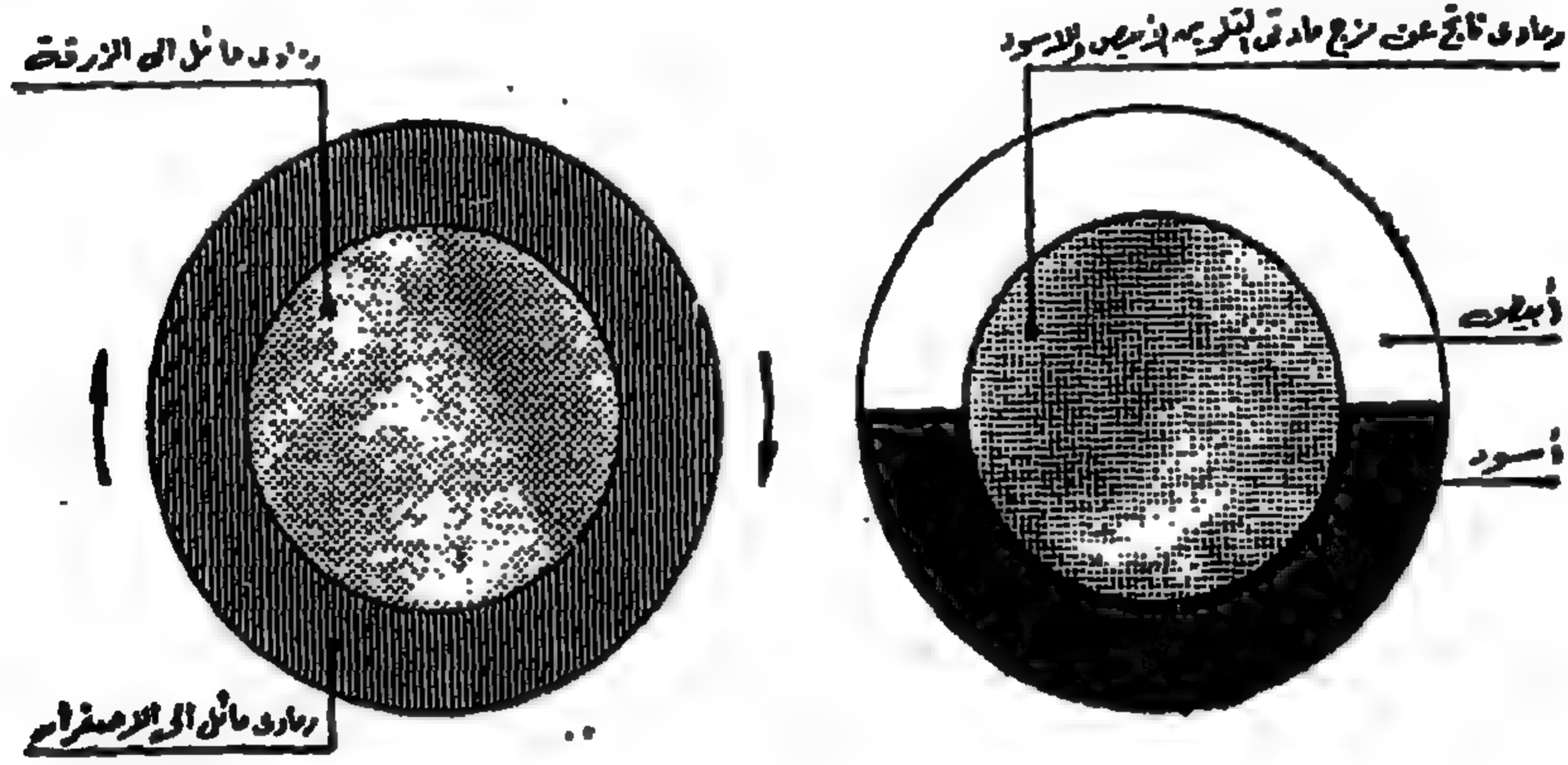
ولأنه ليس صحيحا قولنا أن اللون يقوى بتجاوره مع مكمله . فالواجب أن نقول أن تجاور الألوان المتكاملة يمنع تكدرها وميلها إلى الرمادية ويسمح بالتالى باستمرار رؤية اللون بقوة تشبعه الأولى .

حيادية الألوان المتكاملة : La neutralisation des couleurs complémentaires :

عرفنا أن الرماديات تتكون بمزج أى لونين متكاملين : هذه الرماديات كما قلنا ربما تميل إلى السخونة أو إلى البرودة. ولكن للحصول على الرماديات الحيادية، أى المطلقة، فإنه يجب أن يكون مزج المادتين الملونتين المتكاملتين بنسبة مزج معينة .

ولفهم ذلك نقوم بالتجربة الآتية ،

إمزج كميتين متساويتين من مادتي التلوين : الأبيض والأسود، فيتكون منها الرمادي ، وادهن بالمزيج الدائرة الداخلية لقرص من الكرتون ، كما في شكل (٢٧-١) ، في حين تدهن الحلقة الخارجية للقرص نصفها بالأبيض والنصف



شكل (٢٧-ب)

شكل (٢٧-أ)

الآخر بالأسود. فيإدارة القرص حول محوره، كما بالشكل التصوري (٢٧-ب) لا يتساوى أبداً الإحساس البصري للرمادين ( الرمادي بالدائرة الداخلية للقرص الناتج عن مزج مادتي التلوين الأبيض والأسود، والرمادي الناتج بالتآلف البصري للأبيض والأسود على الحلقة الخارجية ) . فمزيج المواد الملونة بالدائرة الداخلية الناتج عن المزج بالطرح ، نجده ضارباً للزرقة بعكس الرمادي الناتج عن التآلف البصري ، الناتج بعملية المزج بالجمع نجده يظهر ضارباً إلى الأصفرار .

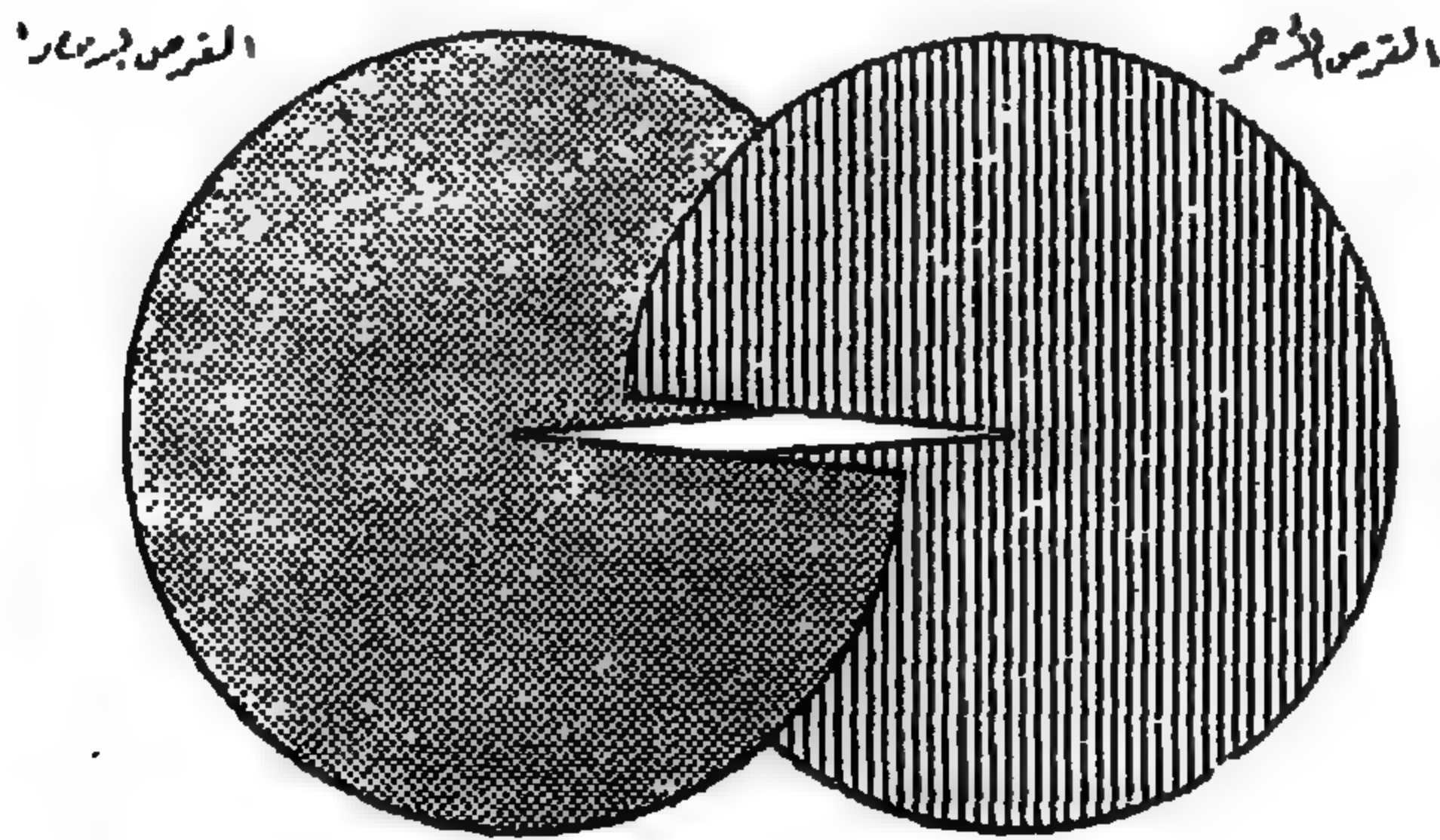
يمكننا أن نصصح مزيج المواد الملونة ( الأبيض والأسود ) بالدائرة الداخلية للقرص بإضافة قليل من أصفر الأوكر - ocre jaune لمنع ميل لون



المزيج إلى الزرقة، أو تغيير نسبة كل من الأبيض والأسود على الحلقة الخارجية لإمكان الحصول على الرمادى الحيادى فى كل من الدائرة الداخلية والحلقة الخارجية أثناء الدوران ، وتكون حيادية المزيج كاملة إذا ما أعطى الرماديان ( الأول بالدائرة الداخلية والآخر ناتجاً عن المزج البصرى بالحلقة الخارجية أثناء دوران القرص ) نفس الإحساس . هذا هو مبدأ حيادية الألوان المتكاملة الذى يمكن أن نعرضه بالصورة الآتية :

« إذا ما كان لوان تسمى التكامل ، فإنه من الممكن دائماً الحصول على نسبة مرجحهما ببعضها لكى نحصل بها على الرمادى المطلق الحيادية » .  
إن هذا المبدأ نخدمنا فى مراقبة وتحديد نسبتي كل من المادتين الملونتين الواجب علينا استعمالهما للحصول على التكامل التام .

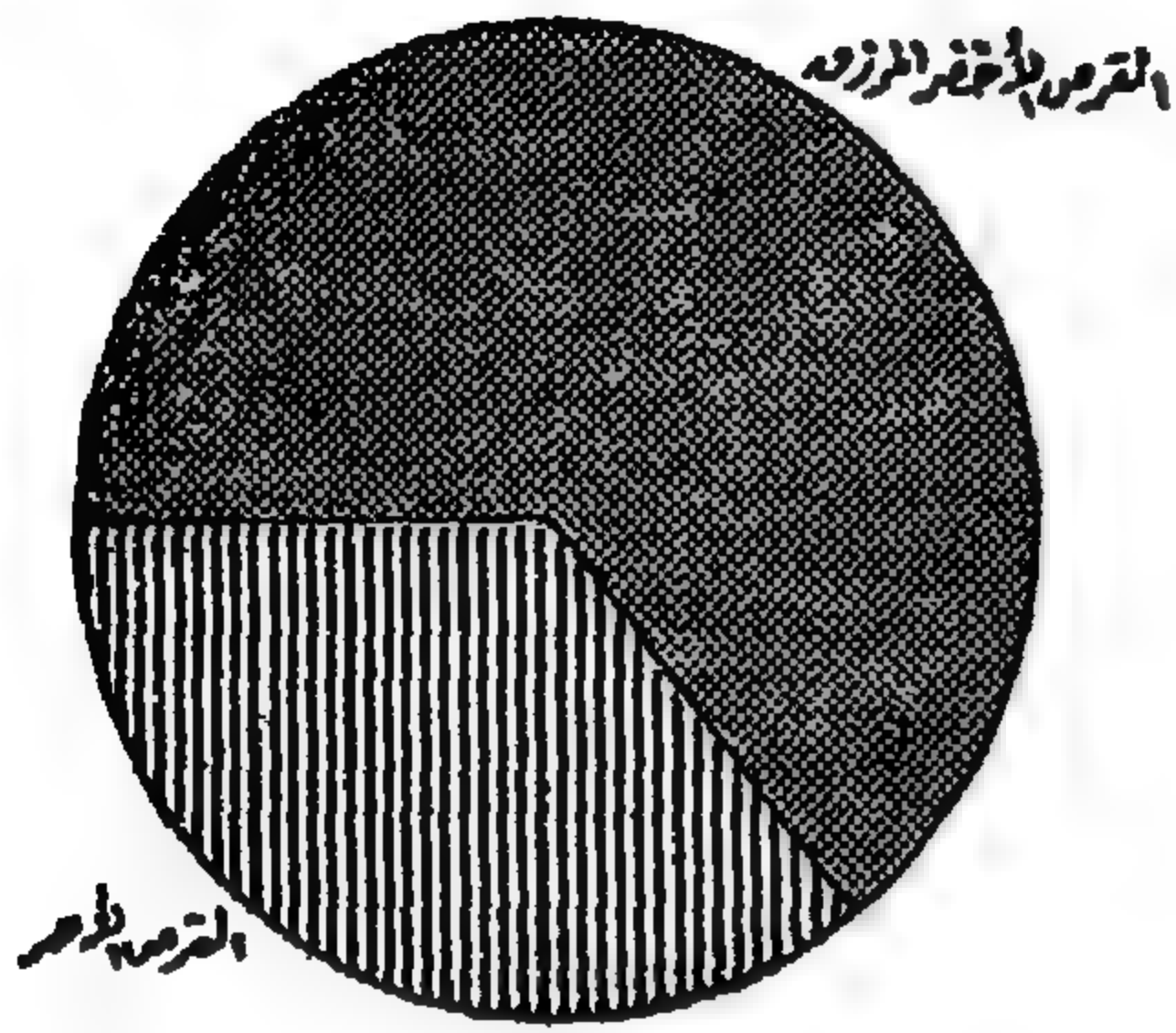
وقد عملت أول تجربة للعالم ماكسويل Maxwell ، وذلك بالإستعانة بجهاز يشبه لعبة النحلة المعروفة Toupie ، حيث تثبت فوق قرصه المستدير أقراص من الكرتون بالألوان المطلوب تحديد نسبها للحصول على الحيادية ، وإن كل



شكل ( ٢٨ - ١ )

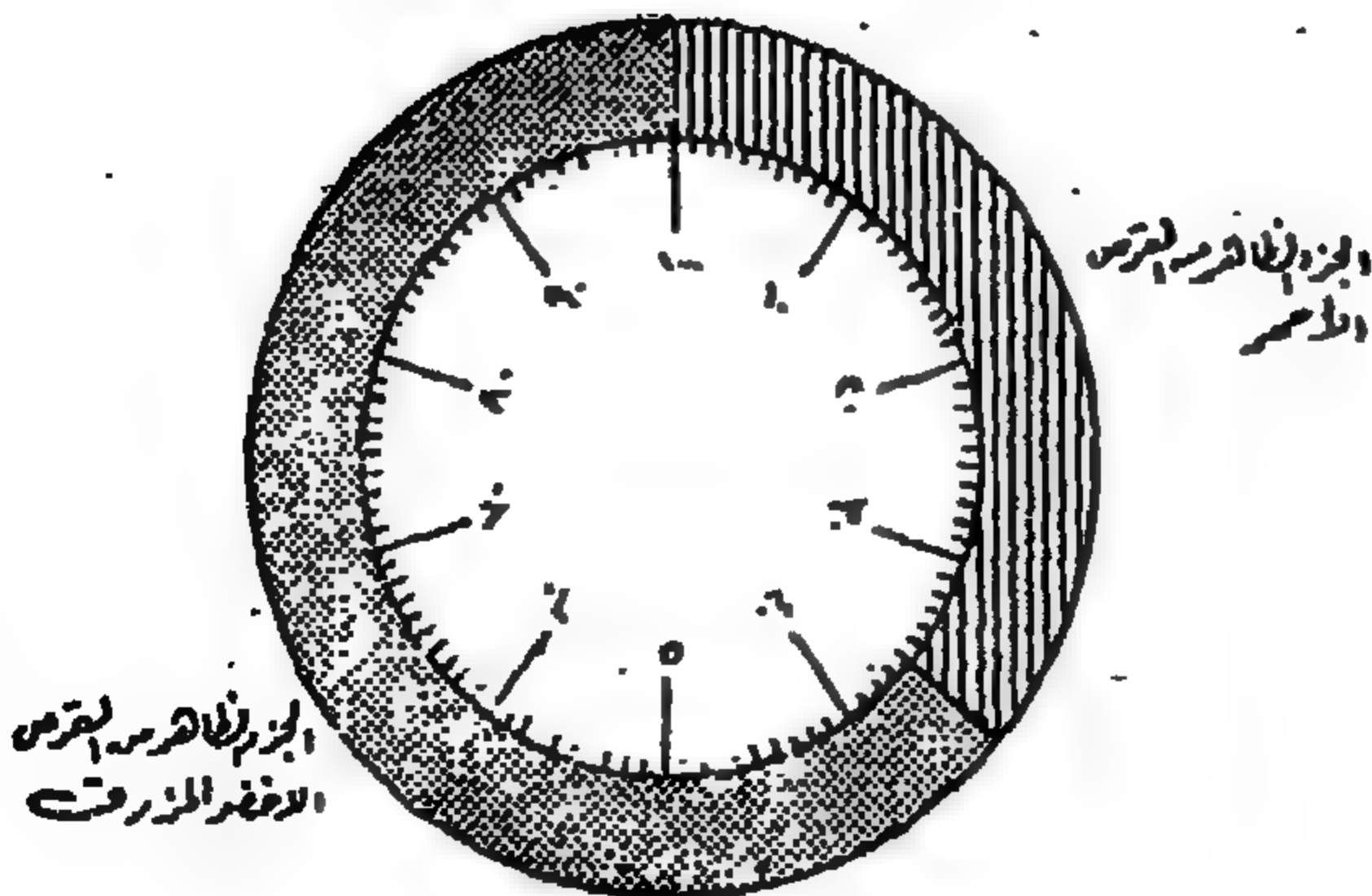


قرص من هذه الأقراص الملونة يكون مفتوحاً من أحد جوانبه حتى يمكن لكل إثنين منها أن يتشابكا ويتراكبا كما هو مبين شكل (٢٨ - أ) . فتراكب بعض أجزائهما ، وتظهر بعض الأجزاء كبرت أو صغرت من كل من القرصين الملونين ، كما هو مبين شكل (٢٨ - ب) .



شكل (٢٨) أ

إن كل جزء ظاهر من أى من القرصين ، بمعنى آخر كل كمية من اللون ظاهرة على أحد القرصين قد قيست بواسطة تدريج - على طول محيط قرص الجهاز - مقسماً إلى ١٠٠ قسم متساوية شكل (٢٩) . هذا التدريج سهل ومبسط عن استعمال تدريج قياس الزوايا المستعمل في الرسم الهندسي حيث تقسم الدائرة إلى ٣٦٠ درجة .



شكل (٢٩)

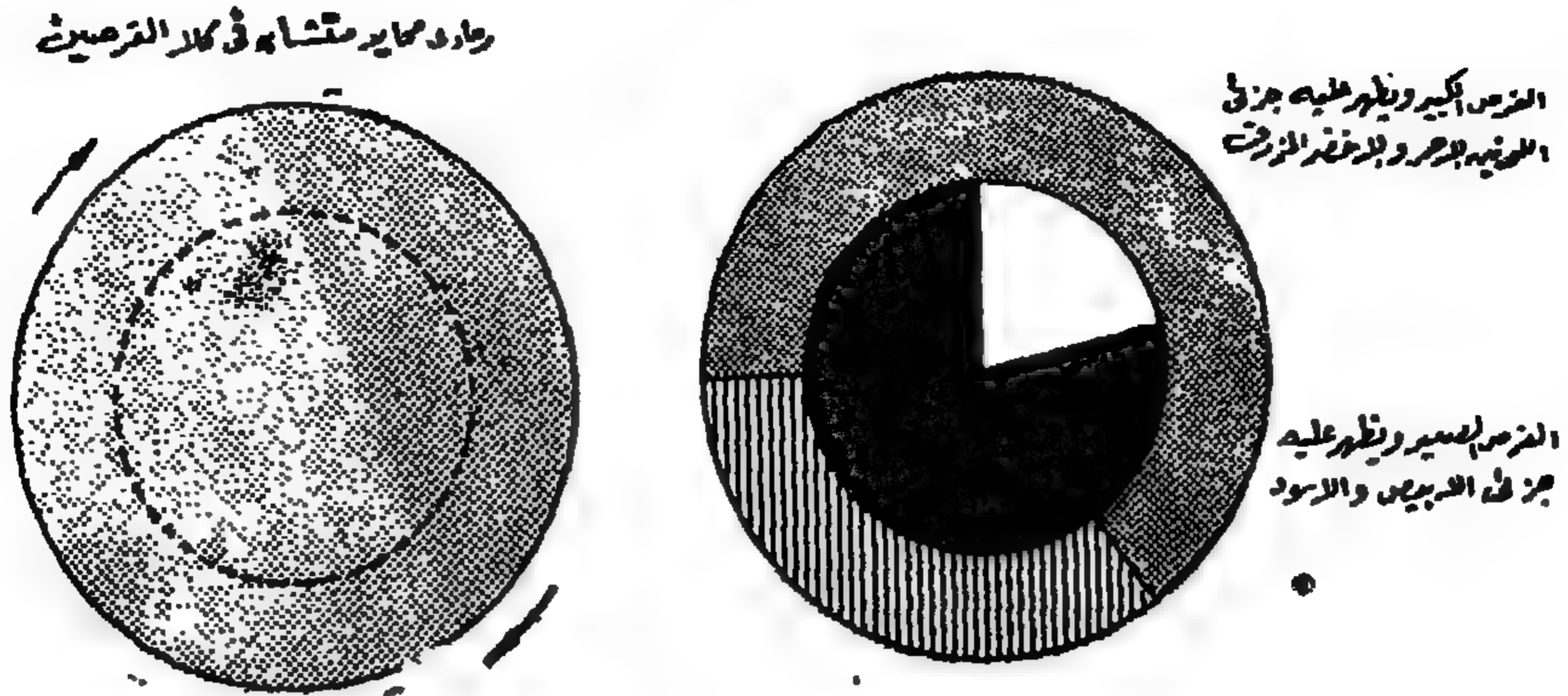
هذا التدريج الجديد يمكن « لماكسويل » بسهولة قراءة أجزاء المائة ، أى النسب المئوية للمساحات التي يشغلها اللونان بالنسبة للمسطح الظاهري للقرص . فإذا ما دار الجهاز بسرعة معينة فإن التأثيرات اللونية على العين من كسلا جرثي القرص نجدتها تتتابع بسرعة وتمتزج ببعضها .

فيمكن بالتجربة تغيير نسبتي مساحتي اللونين على قرص الجهاز حتى نحصل على الحيادية الكاملة للونين بمزجها البصري، وبذلك يمكن قياس نسبة المساحة الظاهرة لكل من اللونين على القرص ، فتكون هي النسبة المطلوبة للحيادية :

فثلاً بالرجوع إلى شكل (٢٨-ب) نجد أن قرص الورق المقوى المدهون بالأخضر المزرق وقد اندمج معه قرص آخر مدهون بالأحمر. فبدوران قرص الجهاز ينتج على شبكية العين الإحساس برمادي حيادي إذا ما كانت النسبة بينهما مضبوطة لأن اللونين الأخضر المزرق والأحمر لونان متكاملان . أما إذا كانت نسبة الأحمر على قرص الجهاز أكبر من النسبة الواجب إستعمالها ، فإن الرمادي الناتج عن المزج البصري ينحده يميل إلى الحمرة (والسخونة) ، أما إذا كان الجزء الأخضر المزرق هو الأكبر فإن الرمادي يميل إلى البرودة .

وفي شكل (٣٠-١) نجد القرص الكبير المكون من جزئين : الأحمر والأخضر مزرق بنسبة كما توصل إليها العالم « رود » بحيث يعطيان بالدوران رمادي نقي حيادي ، أما القرص الداخلي المكون من قرصين متساويين أحدهما أسود والثاني أبيض فهما مندجان أيضاً بنفس الطريقة بحيث يظهر من كل منهما جزء بنسبة معينة . فبناء على تجارب « رود » نجدهما بدوران (قرص الجهاز) يعطيان نفس الرمادي السابق شكل (٣٠-ب) . وبالرجوع إلى التسريع السابق شرحه نجد أن هذه التجربة يمكن أن تمثل بالمعادلة الآتية :

$$٣٦ \text{ أحمر} + ٦٤ \text{ أخضر} = ٣١,٣ \text{ أبيض} + ٦٨,٧ \text{ أسود}$$



شکل (٣٠-ب)

شکل (٣٠-أ)

بهذه التجربة اكتشف «رود» أنه للحصول على رمادي نقي حيادي فإنه يجب استعمال ٣٦ جزء من اللون أحمر الزنجفر Vermillon مضافة إلى ٦٤ جزء من اللون أخضر مزرق، حيث أن الأحمر زنجفر والأخضر مزرق لوان متكاملان .

بنفس الطريقة حسبت نسب حيادية الألوان المتكاملة الأخرى .  
فمثلاً إذا أخذنا أزرق الكوبلت بنسبة ٦١ / ١ وأصفر ليموني بنسبة ٣٩ / ١  
فإدارة قرص الجهاز نحصل على رمادي حيادي ناتج عن تآلفها البصري .

ولمراقبة حيادية هذا الرمادي الناتج ، نأخذ بالقرصين الصغيرين المتداخلين الأبيض والأسود السابق ذكرهما ، ونضعهما متديجين بالنسبة السابقة لكل منهما فوق القرص الأكبر المكون من اندماج القرصين الأزرق الكوبلت والأصفر الليموني . فيظهر التآلف البصري الناتج عن دوران قرص الجهاز رماديين ذي مظهرين متشابهين ، فيقال أن حيادية اللونين المتكاملين تامة .

وعليه فلتمام فهم الألوان المتكاملة يجب إعطاء أهمية بالغة للحيادية . وأن كثيراً من العلماء والفنانين حاولوا دراسة اللون بدراسة هذه الظاهرة الأساسية .



## الباب السابع

### الدائرة اللونية

الدائرة اللونية وهي التي يطلق عليها بالفرنسية Cercle chromatique وبالإنجليزية Color Wheel أو Chromatic Circle هي الوسيلة العملية لدراسة الألوان . إن المقصود بها ترتيب الألوان (١) في صورة تعلق بالدهن ، بوضع الألوان في الأماكن الواجب أن تشغلها بحيث تتفق مع تسلسل ألوان الطيف وعلاقاتها فيما بينها من حيث التكامل والتباين .

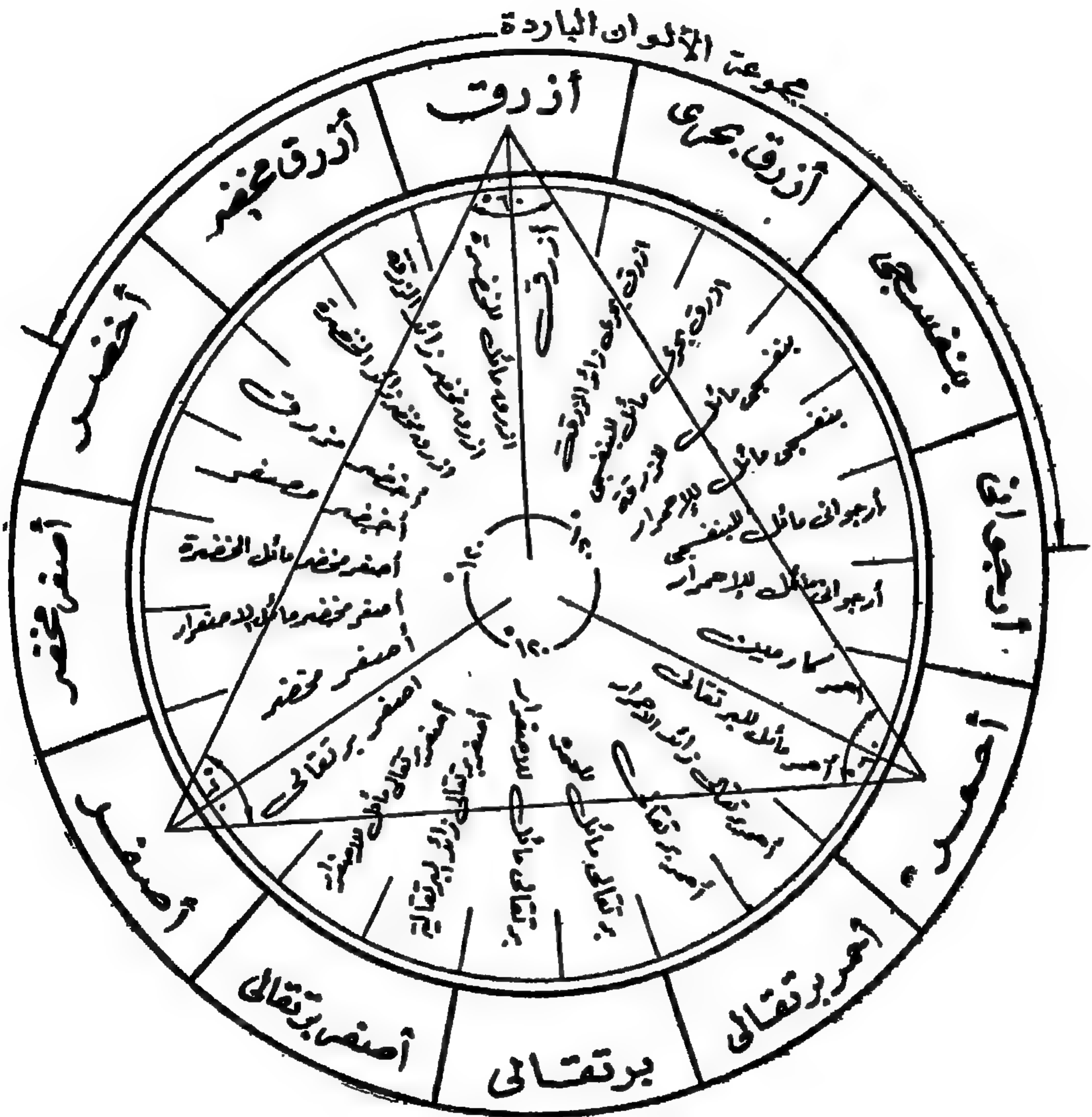
وقد كون العالم « رود » Hood دائرته اللونية بالألوان الطيفية راجع شكل (٢٤) . فنجد أن مساحات الألوان ليست متساوية على الدائرة ، وهدفنا هنا الحصول على دائرة لونية مقسمة إلى مساحات متساوية للألوان معتمدين في عملنا على استعمال المواد الملونة ، بخلاف تقسيمها على أساس الإشعاعات الطيفية كما فعل « رود » .

الدائرة اللونية لشفري Chevreul : تدم لنا « شفري » دائرته للألوان كما بشكل (٣١) المكونة بالاستدانة بالمثلث المتساوي الأضلاع والمؤسسة نظريا على مزج مواد التلوين الأولية وهي : الأصفر والأحمر والأزرق للحصول على الألوان الثانوية وهي : البرتقالي والبنفسجي والأخضر . ثم مزج هذه الألوان الثانوية للحصول على الألوان التي تليها . وقد افترض في هذا الوضع النظرى أن الألوان مضبوطة العلاقة بين كل من الكنه والدرجة والشدة ، لأن

---

(١) المقصود بكلمة لون هنا (كنه اللون) .





شكل (٣١)

المهدف كما قلنا من هذه الدائرة اللونية هو ترتيب الألوان في صورة سهلة واضحة تبقى في الذاكرة .

إننا إذا درسنا شكل (٣١) من وجهة نظر تكوين الألوان المركبة . فلنأخذ أن الأحمر - علاوة على المكان المخصص له - فإن تأثيره يمتد بالمزج حتى مكان اللون الأصفر حيث يكون معه اللون البرتقالي ، كما يمتد من الجهة الأخرى حتى اللون الأزرق حيث يكون معه اللونين : الأرجواني والبنفسجي .

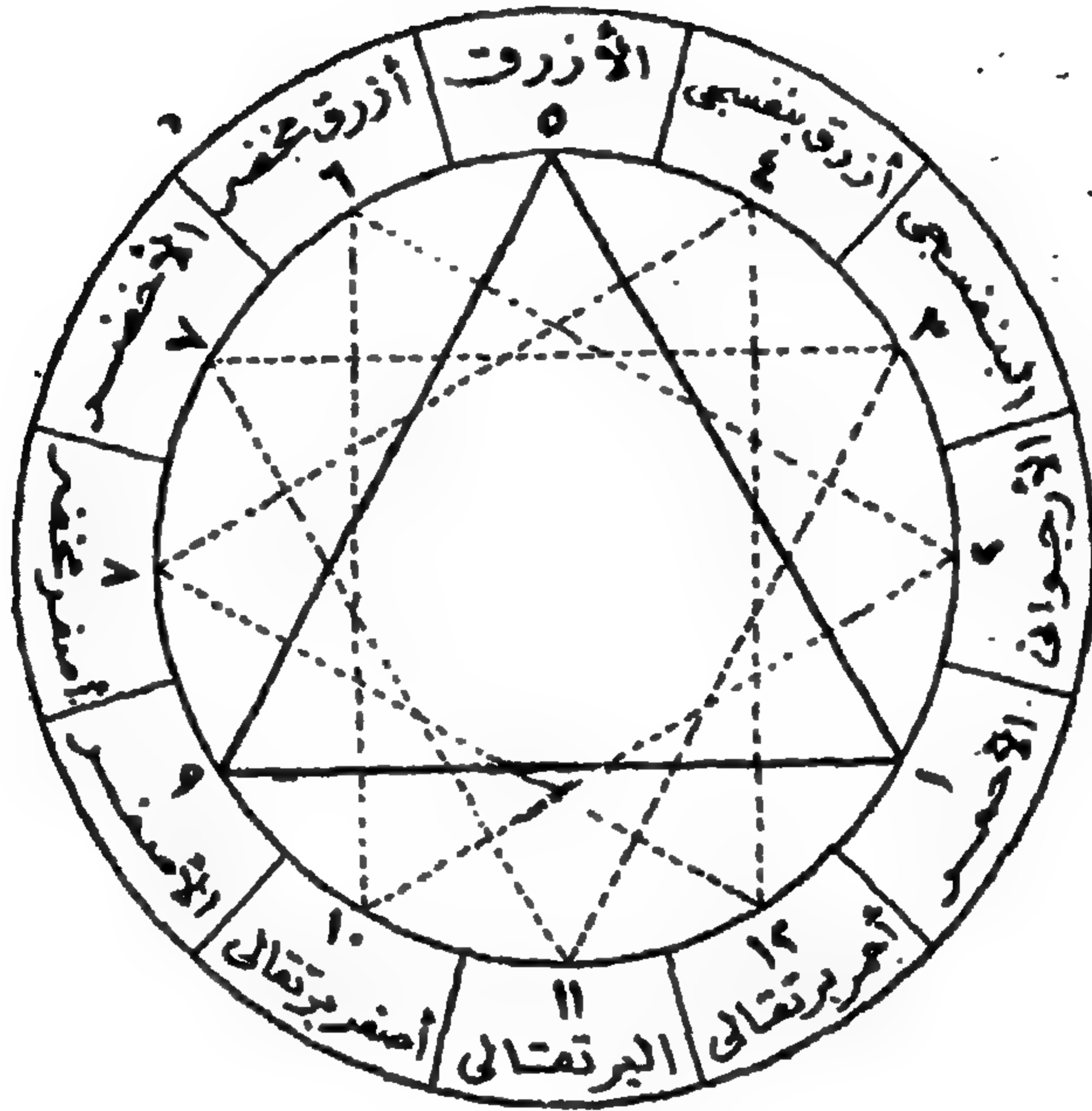
أما اللون الأصفر - فعلاوة على المكان المخصص له على الدائرة - فإن تأثيره يمتد حتى الأحمر حيث يكون معه البرتقالي ، وحتى الأزرق من الجهة الأخرى حيث يكون معه الأصفر المائل للخضرة والأخضر المائل للزرقة والأزرق المائل للخضرة .

وأخيراً يدخل اللون الأزرق في تكوين الألوان البنفسجية والأرجوانية من جهة ، ومن جهة أخرى يدخل في تكوين الألوان الزرقاء المائلة للخضرة والخضراء المائلة للأصفرار حسب مزجه بالأحمر أو الأصفر .

الدائرة اللونية لبودينو Beaudenean : حاول «بودينو» تحقيق دائرته اللونية بحيث تتمشى في تكوينها مع مبدأ المتكاملات العكسية الوضع للألوان على أقطار الدائرة ، مع توزيع الألوان في مجاميع ثلاثية تأخذ في النهاية شكل النجمة ، كما بشكل (٣٢) . وإليك التسلسل في العمل الذي إتبعه «بودينو» للحصول على دائرته اللونية .

المجموعة الثلاثية الأولى : بدأ برسم دائرة ثم رسم بداخلها مثلثاً متساوي الأضلاع ، تمثل رؤوسه مواد التلوين الأولية الثلاثة : الأحمر رقم (١) إلى

الدائرة ، والأزرق رقم (٥) والأصفر رقم (٩). هذه الألوان وضعت بقيم مختلفة بحيث أتاحت حينها وضعها «بودينو» على القرص الدوار وأداره ، إندمجت وكونت رمادياً محايداً .



شكل (٣٢)

المجموعة الثلاثية الثانية : بعد حصوله على المجموعة الأولى بحث عن مجموعة الألوان المكونة من مكملاتها ، التي تمحو وتحييد كل منها اللون الواقع مقابلاً له في الطرف الآخر لقطر الدائرة . فاللون المكمل للأحمر هو الأخضر رقم (٧) . وقد تمكن من البرهنة على ذلك ، كما أمكنه الحصول على النسبة الضرورية لحياذتها بوضع كلا اللونين - الأحمر والأخضر - فوق القرص الدوار وإجراء تجربة الحيادة . وبتركاز نفس التجربة مع أزواج الألوان التالية : الأزرق رقم (٥) والبرتقالي رقم (١١) ، كذلك

الأصفر رقم (٩) والبنفسجى رقم (٣) أمكنه بذلك أن يحصل على المجموعة الثلاثية الثانية . وحينما وضع «بودينو» هذه الألوان الثلاثة الجديدة على القرص وأداره ، حصل على الحيادية .

المجموعة الثلاثية الثالثة : وضع «بودينو» لوناً متوسطاً بين الأحمر رقم (١) والبنفسجى رقم (٣) وبذلك حصل على الأرجوانى رقم (٢) . واستمر فى إدخال الألوان المتوسطة للحصول على الأصفر البرتقالى رقم (١٠) والأزرق المخضر رقم (٦) . هذه المجموعة الثلاثية الثالثة ( مثل المجموعتين السابقتين ) يجب أن تتحايد بوضعها على القرص الدوار :

المجموعة الثلاثية الرابعة : وهى التى تنهى تكوين الدائرة . حاول «بودينو» إيجاد الألوان المكملة لألوان المجموعة الثالثة . فاللون المكمل للأرجوانى هو الأصفر المخضر رقم (٨) ويقع بين الأخضر رقم (٧) والأصفر رقم (٩) . هذه المجموعة تكمل باللونين الآتين : الأزرق البنفسجى رقم (٤) والأحمر البرتقالى رقم (١٢) . وللتحقق من ذلك وضع هذه المجموعة من الألوان وحدها على القرص الدوار وأداره ، فحصل على الحيادية بعد ضبط نسب مساحات الألوان .

وعليه فالحصول على الدائرة اللونية «لبودينو» يجب البحث عن أقسام الدائرة التى تعطى التحايد الكامل لكل مجموعة ثلاثية .

والآن سنحاول شرح الطريقة العملية للحصول على الدائرة اللونية بالألوان المائة :

دائرة الألوان ذات الإثنى عشر لوناً، ولعملها يلزم إحضار وإتباع الآتى :

نأتي بورقة بيضاء من النوع الخاص بالألوان المائية بمقاس مناسب، مشدودة على لوحة أو شاسيه (كالطريقة المتبعة في تقديم المشاريع المعمارية وأعمال الديكور)

نبدأ العمل برسم دائرة بنصف قطر مناسب . ومن نفوس مركز الدائرة نرسم دائرة داخلية ، ثم نقسم الحلقة بين الدائرتين إلى إثني عشر قسماً متساوياً . ولمنع إختلاط الألوان ببعضها يجب ترك مسافة حوالي مليمترين تفصل كل لون عن اللون المجاور له .

ثم نأتي بأنابيب الألوان المائية ذات الأسماء المبينه بعد . من صنف جيد، ماركة Winsor Newton Artist أو ما يعادلها في نقاء العنصر ، حتى نحصل على أقرب صورة للصواب لهذه الدائرة اللونية ،

- |                         |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| Cadmium yellow pale     | ١ - أصفر الكادميوم الشاحب |
| Vermillon               | ٢ - أحمر الزنجفر .        |
| Alizarin crimson        | ٣ - أحمر القرمزى .        |
| French ultramarine blue | ٤ - الأزرق البحرى .       |
| Cobalt blue             | ٥ - أزرق الكوبلت .        |
| Hooker's green          | ٦ - أخضر هوكر .           |

وقبل البدء في وضع الألوان ، نلاحظ أن الألوان الأولية وهى : الأصفر والأحمر والأزرق تحدد أوضاعها على رؤوس مثلث متساوى الأضلاع . وأنه قبل التلوين يجب وضع أسماء هذه الألوان بالقلم الرصاص خارج الدائرة بجوار جزء الحلقة المخصص لكل لون . أما الألوان الثانوية



فتقع في مكان متوسط بين الألوان الأولية . كما تقع الألوان التي تلي في التكوين  
الألوان الثانوية بين الألوان الأولية والثانوية :

تؤخذ الألوان الأولية الثلاثة من أنابيب التلوين ذات الأسماء الآتية :

Cadmium yellow pale : بالنسبة لجزء الحلقة الأصفر : فيؤخذ من الأنبوبة :

Alizarin crimson

، بالنسبة لجزء الحلقة الأحمر : فيؤخذ من الأنبوبة : أو Rose madder

Cobalt blue : بالنسبة لجزء الحلقة الأزرق فيؤخذ من الأنبوبة :

French ultramarine blue مع إضافة كمية قليلة من

أما الألوان الثانوية الثلاثة ( الأخضر والبنفسجي والبرتقالي ) ، فكما

قلنا سابقا يقع كل منها بين لونين أوليين :

فالأخضر : يقع بين الأصفر والأزرق

والبنفسجي : يقع بين الأحمر والأزرق

والبرتقالي : يقع بين الأحمر والأصفر

وللحصول على هذه الألوان الثانوية على الدائرة اللونية فإننا نقترح الآتي :

بالنسبة لجزء الحلقة الأخضر : فيؤخذ من الأنبوبة Hooker's green

Cadmium yellow ممزوج بكمية قليلة من

وبالنسبة لجزء الحلقة البنفسجي : فيكون من مزيج متساو من كلا اللونين

الأحمر والأزرق اللذين يستعملان كلونين

أوليين على الدائرة .

وبالنسبة لجزء الحلقة البرتقالي : فيؤخذ من الأنبوبة أحمر Vermillon

Cadmium yellow مع إضافة كمية قليلة من



وأخيرا الألوان التي تليها ، الواقعة بين الألوان الأولية والثانوية وعددها ستة ، وهي :-

- الأصفر المخضر .
- الأزرق المخضر .
- الأزرق البنفسجي .
- الأحمر البنفسجي .
- الأحمر البرتقالي .
- الأصفر البرتقالي .

ويمكن الحصول على كل من هذه الألوان بمرج اللون الأولى واللون الثانوي اللذين يحصرانه على الدائرة اللونية .

ويجب ملاحظة أن هذه الألوان لا تخرج ببعضها بكميات متساوية بسبب اختلاف الشدة بين مختلف مواد التلوين المستعملة .

دائرة الألوان ذات الثمانية عشر لونا : لعمل دائرة لونية ذات ثمانية عشر لونا : فاننا نتبع نفس طريقة العمل السابقة للدائرة ذات الإثني عشر لونا بالنسبة للألوان الأولية والثانوية . وأما للحصول على الألوان التي تليها والتي سوف يكون عددها إثني عشر في هذه الحالة بدلا من واحد بين كسل لونين أحدهما أولى والآخر ثانوي ، فإننا نتبع الطريقة التالية :

بين اللون الأول الأصفر واللون الثانوي الأخضر يقع اللونان :

- الأصفر مخضر الزائد الإصفرار .
- يليه الأخضر مصفر الزائد الإخضرار .

وبين اللون الثانوى الأخضر واللون الأولى الأزرق يقع اللونان :

— الأخضر المزرق الزائد الإخضرار .

— يليه الأزرق المخضر الزائد الزرقة .

وبين اللون الأولى الأزرق واللون الثانوى البنفسجى يقع اللونان :

— الأزرق البنفسجى الزائد الزرقة .

— يليه البنفسجى الأزرق الزائد البنفسجية .

وبين اللون الثانوى البنفسجى واللون الأولى الأحمر يقع اللونان :

— البنفسجى الأحمر الزائد البنفسجية .

— يليه الأحمر بنفسجى الزائد الإحمرار .

وبين اللون الأولى الأحمر واللون الثانوى البرتقالى يقع اللونان :

— الأحمر البرتقالى الزائد الإحمرار .

— يليه البرتقالى الأحمر الزائد البرتقالية .

وأخيرا بين اللون الثانوى البرتقالى واللون الأولى الأصفر يقع اللونان :

— البرتقالى الأصفر الزائد البرتقالية .

— يليه الأصفر البرتقالى الزائد الإصفرار .

بنفس الطريقة يمكن الحصول على دائرة لونية بأى عدد من الألوان :

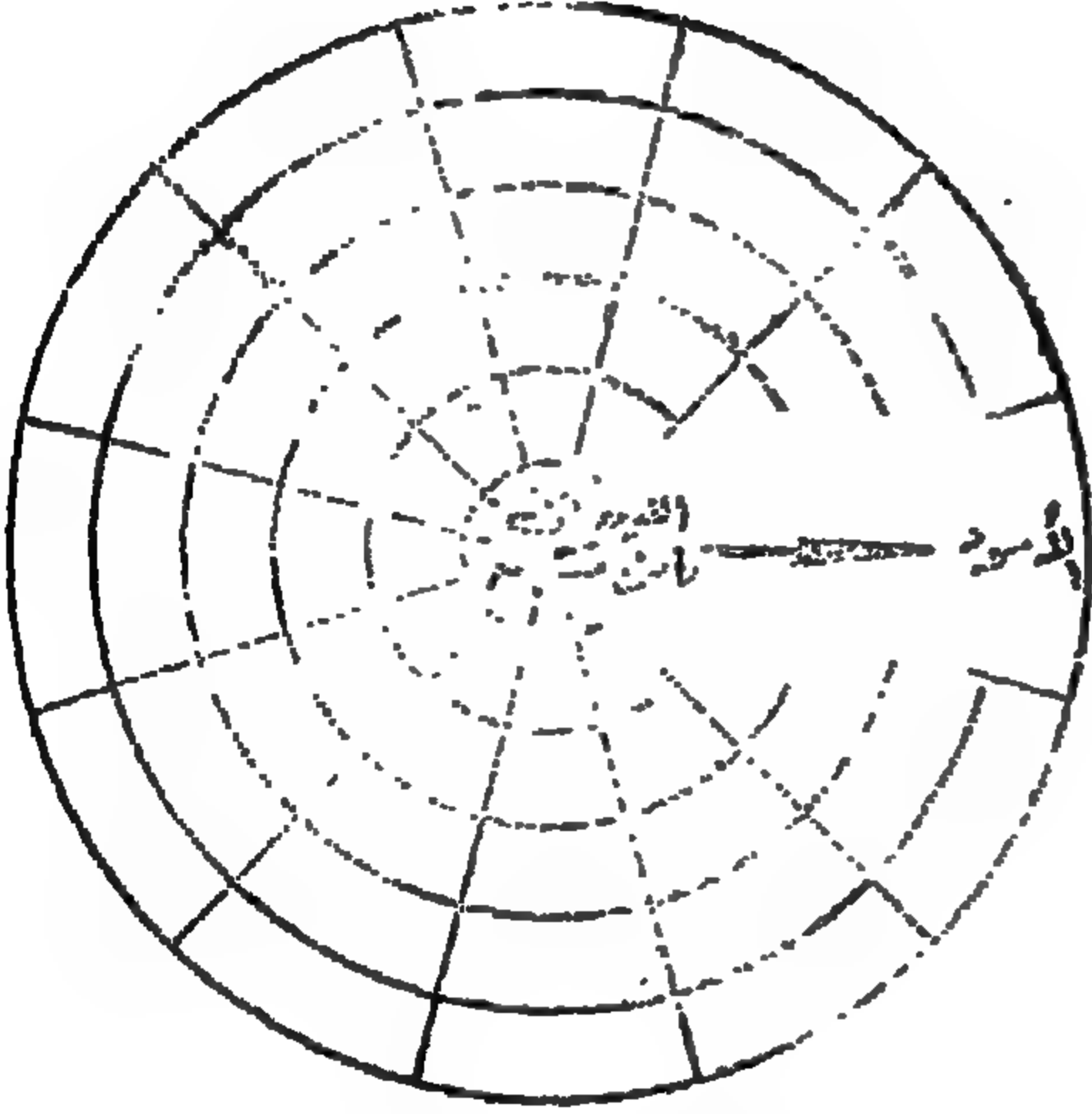
مثل الدائرة ذات الأربعة وعشرين لونا أو ذات الستة والثلاثين لونا . فالمبدأ

دائما واحد وهو : وضع الألوان الأولية الثلاثة على رؤوس مثلث متساوى

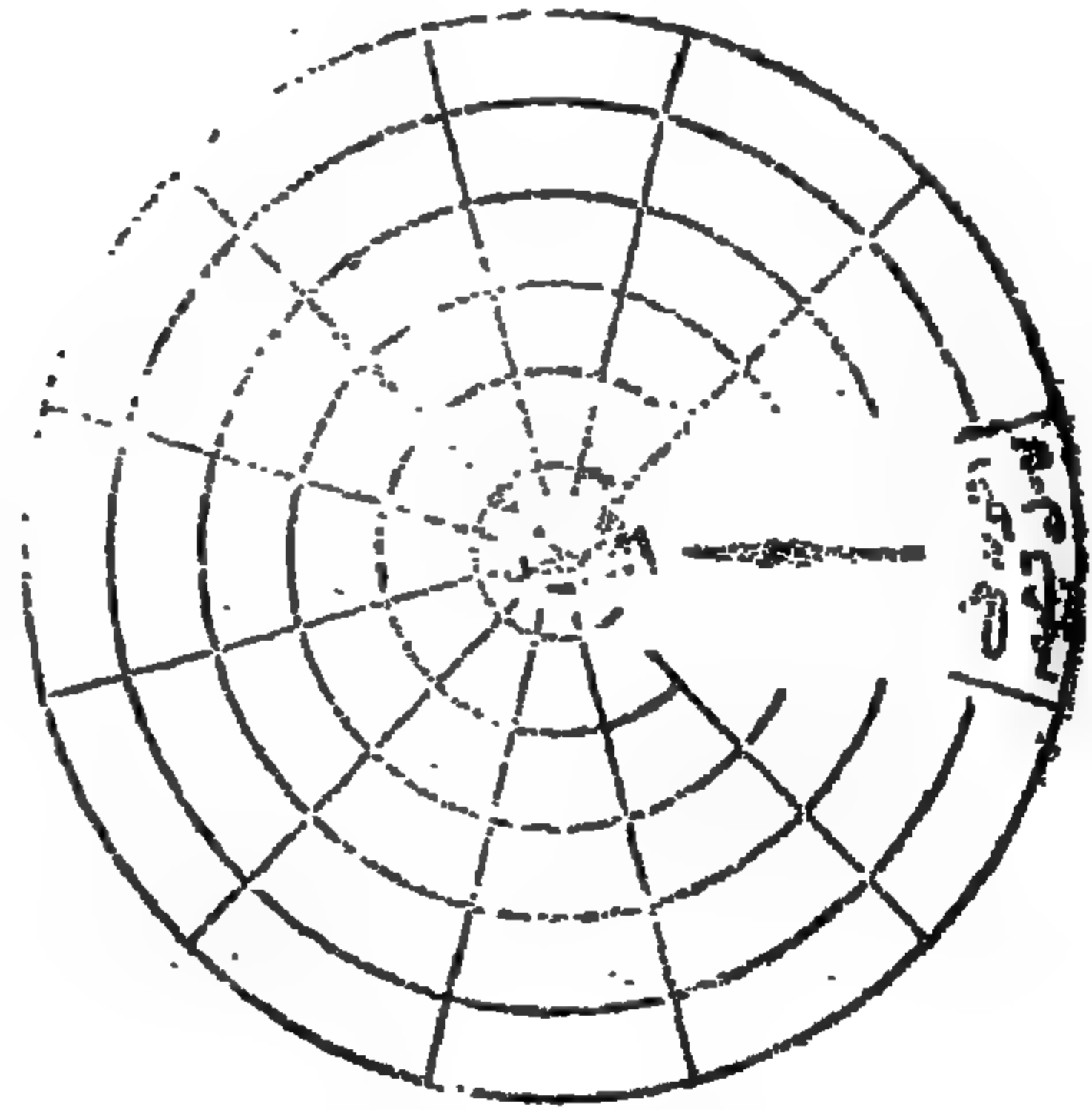
الأضلاع داخل الدائرة ، ثم وضع الألوان الثانوية الثلاثة فى منتصف المسافات

بين هذه الألوان الأولية . أما الألوان التي تليها فهي إما أن تكون واحدة أو اثنين أو ثلاثة أو أربعة ... الخ، وتقع بين كل لون أولى ولون ثانوى.

كما يمكن الحصول على دوائر لونية تحمل تدرجا منتظما للقيمة . فإبتداء من محيط الدائرة حتى المركز يتدرج اللون من كامل تشبعه حتى الأبيض حيث تنعدم القيمة ، كما بشكل (٣٣). وينقلب الوضع في حالة القيمة المرتفعة: إذ يبدأ اللون وهو في كامل تشبعه من مركز الدائرة ويتدرج حتى يصل إلى السواد على محيط الدائرة ، كما بشكل (٣٤) .



شكل (٣٤)



شكل (٣٣)

ويجدر بالذكر بأنه للحصول على قيم فاتحة لاون ، تخفف الألوان بإضافة الماء في حالة الألوان المائية ، كذلك للحصول على درجات أعلى للقيم اللونية نضيف الأسود إلى اللون الكامل التشبع .

# الباب الثامن

## تباين الألوان

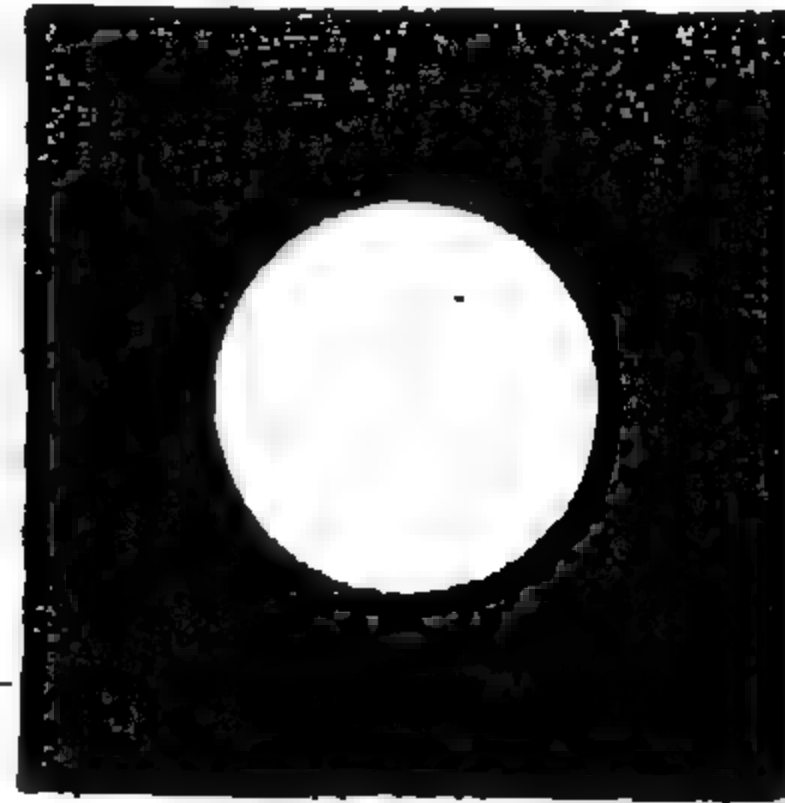
تعريف التباين هو التضاد. فالضوء هو نقيض الظل والأبيض هو نقيض الأسود. هذا هو التباين في الدرجة. كذلك التباين في كنه اللون يظهر بين الألوان المختلفة إذا ما تجاوزت، فيحدث تغيراً في مظهرها البصري بسبب تغير تركيبها المادي بالمزج. هذا التغير في المظهر سببه تكوين الغلالات الشفافة المكملة التي تحدث داخل العين (راجع باب تكامل الألوان).

وعليه فالتباين إما أن يكون بالنسبة لدرجة اللون، أو كنه اللون، أو للاثنتين معاً. وقبل أن ندرس كل حالة من هذه الحالات الثلاث على حدة نوجه النظر إلى أهمية الدراسة التي قام بها العالم «شفرى»، إذ أنه كرس جزءاً كبيراً من حياته للحصول على قوانين هذه الظواهر. ولندرس كل من أشكال التباين المختلفة على حدة.

التباين في درجة الألوان Le contraste de ton : ونعني به تلك الظاهرة التي تختص بتغيير درجة لون بالنسبة لدرجة لون آخر مجاور له.



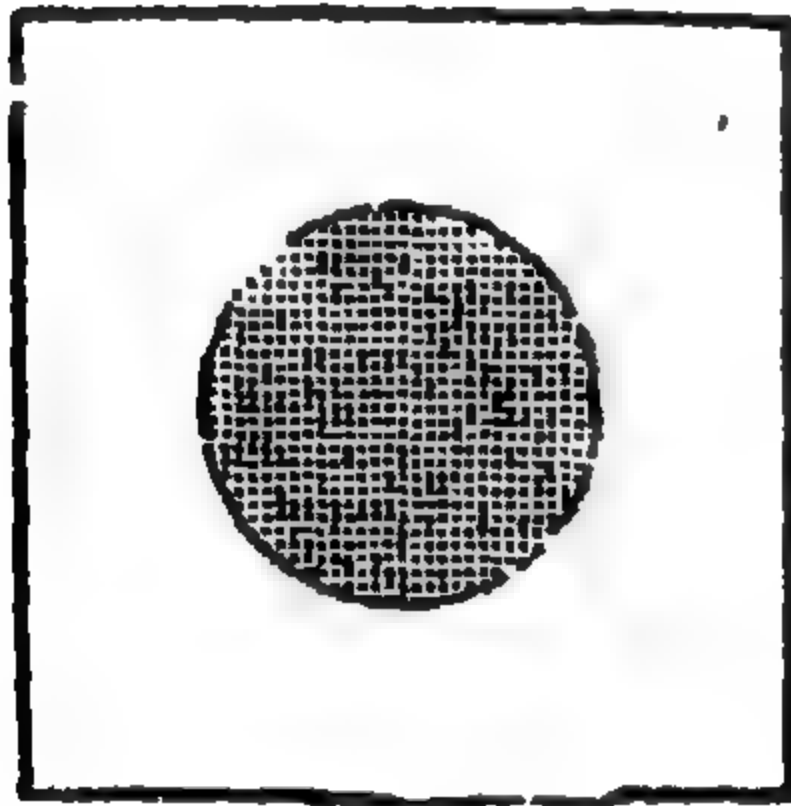
شكل (٣٥-ب)



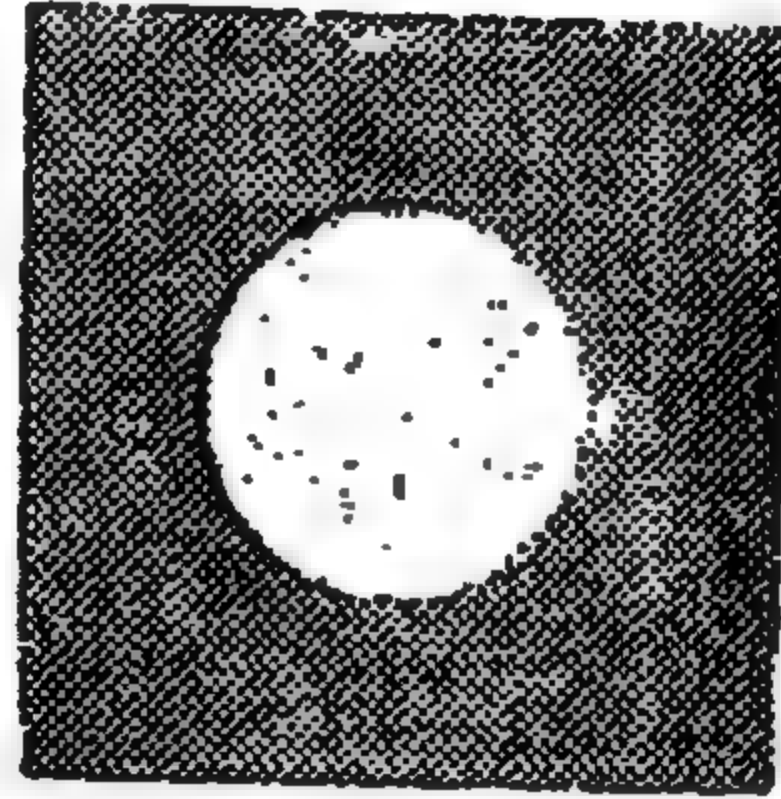
شكل (٣٥-أ)

فالألوان بتجاورها ، إذا ما اختلفت في الدرجة ، فإن الفاتح منها يظهر أفتح مما هو عليه في حقيقته والغامق يظهر أغمق . فمثلا مساحة صغيرة بيضاء تظهر أكثر بياضا على أرضية سوداء عنه على أرضية رمادية ، كما بشكل (٣٥ - أ) . كما تظهر البقعة السوداء أكثر سوادا على أرضية بيضاء كما بشكل (٣٥ - ب) .

ولا يفوتنا أن نذكر ، أنه هنا تحدث ظاهرة أخرى : وهي ظاهرة الإشعاع للون Irradiation فهذه البقعة البيضاء ، لا تظهر فقط أكثر بياضا ، ولكن أكبر في المساحة من نقطة سوداء مساوية لها هندسيا على أرضية بيضاء . فظاهرة الإشعاع هذه تلخص في إنتشار إشعاعات الضوء في جميع الاتجاهات ابتداء من المركز . مما يزيد من مساحة البقعة البيضاء ظاهريا .



شكل (٣٦-ب)



شكل (٣٦-أ)

كذلك إذا وضعت دائرتان من نفس الرمادي : إحداهما على أرضية غامقة كما بشكل (٣٦ - أ) والثانية على أرضية فاتحة كما بشكل (٣٦ - ب) فإن الدائرة الأولى تظهر أفتح من الثانية .

كل هذا يفسر في الواقع قوانين «شفرى» حيث نص قانونه الثاني ما ترجمته : إن وضع الأبيض بجوار لون ما فإنه يؤدي إلى رفع درجة اللون . (باعتباره درجة الأبيض مساوية للصفر) .



وفي قانونه الثالث ، فقد نص على ما ترجمته : إن وضع الأسود بجوار لون ما فإن ذلك يؤدي إلى خفض درجة اللون . حيث الأسود يمثل الحد الأقصى للدرجة ) .

كذلك نص القانون الرابع « لشفرى » على أن « وضع رمادى بجوار لون ما فإن ذلك يزيد من شدة اللون . كما أنه في الوقت نفسه يؤدي إلى ميل هذا الرمادى الى اللون المكمل للون المجاور » .

أما القانون الخامس لشفرى ، فقد نص على أن « وضع لون غامق بجوار لون فاتح ، فإن ذلك يؤدي إلى رفع درجة اللون الغامق وخفض درجة اللون الفاتح » .

كما ذكر « شفرى » في قانونه السادس « أنه إذا تجاوزتا مساحتان مختلفتان في الدرجة ( وكل منهما منتظم في درجته بكامل مساحته ) فإننا نلاحظ بصرياً أنه ابتداء من خط التجاور تزداد الدرجة الغامقة وتقل الدرجة الفاتحة ، ثم يقل ويتلاشى ذلك الإحساس تدريجياً كلما بعدنا عن خط التجاور .

التباين في كنه اللون Le contraste de teinte ونقصد به تلك الظاهرة التي تختص بتغيير كنه لون بالنسبة لكنه لون آخر يجاوره إذا ما تساوت الدرجة . هذا التغيير في الكنه يكون أكثر وضوحاً عند خط تجاور اللونين ، ثم يأخذ تدريجياً في التلاشى . فمثلاً بتجاور الأحمر مع الأخضر نجد الأحمر ظاهرياً يزداد إحمراراً ، كما نجد الأخضر يزداد زرقاً ولمعاناً . وتستنتج من ذلك أنه : إذا ما تجاور لونان متكاملان أحدهما ساخن والآخر بارد ، فإنه ينتج من التباين أن يزداد الأول سخونة كما يزداد الثاني برودة .



هذه الظاهرة ترجع إلى الحقيقة التالية :

إن تجاور لون مع مكمله فإن ذلك يمنع ميل هذا اللون إلى الرمادية ، ويسمح بالتالي باستمرار رؤيته بشدته الظاهرية الأولى ، مع اكتسابه شدة تأثير لون الغلالة المكملة للون المجاور ، وهي من نفس لونه.

أما إذا تجاور لوانان ساخنان فنجدهما يبردان بعضهما البعض فتقل درجة تشبعها ، إذ أن كل منهما يتأثر بفعل الغلالة باللون البارد المكمل للون الآخر ، فمثلا بتجاور كلا الأحمر والبرتقالي :

— الأحمر يأخذ أزرقا ويصبح أكثر أرجوانية .

— والبرتقالي يصبح أكثر إصفرارا .

كذلك بتجاور الأحمر والبنفسجي ، فيفعل التباين نجد :

— الأحمر يأخذ أصفر .

— والبنفسجي يصبح أكثر زرقة وأقل تشبعا .

أما إذا تجاور لوانان باردان ، فإنهما يسخنان بعضهما البعض فتقل درجة تشبعها ، إذ أن الغلالة باللون المكمل لكل منهما تكون ساخنة ، فمثلا بتجاور الأخضر المزرق والأزرق البحري فاننا نجد :

— الأخضر يأخذ أصفر .

— والأزرق البحري يأخذ أرجواني .

وفي هذا الموضوع كتب العالم «رود» «إنه كلما كانت الألوان بعيدة المواقع عن بعضها على الدائرة اللونية كلما اكتسبت هذه الألوان تشبعا وجالا إذا ما استعملت متجاورة ) .

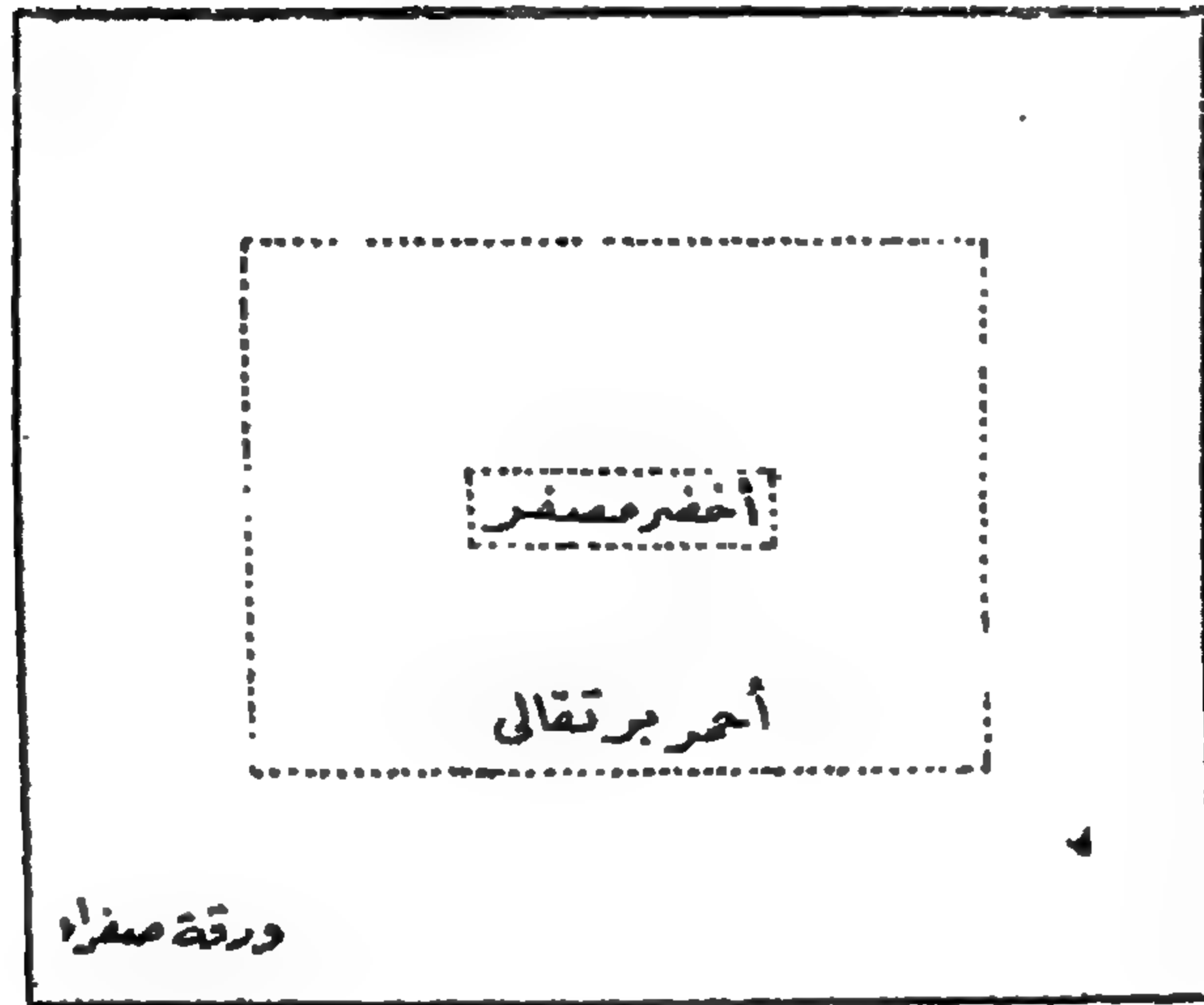
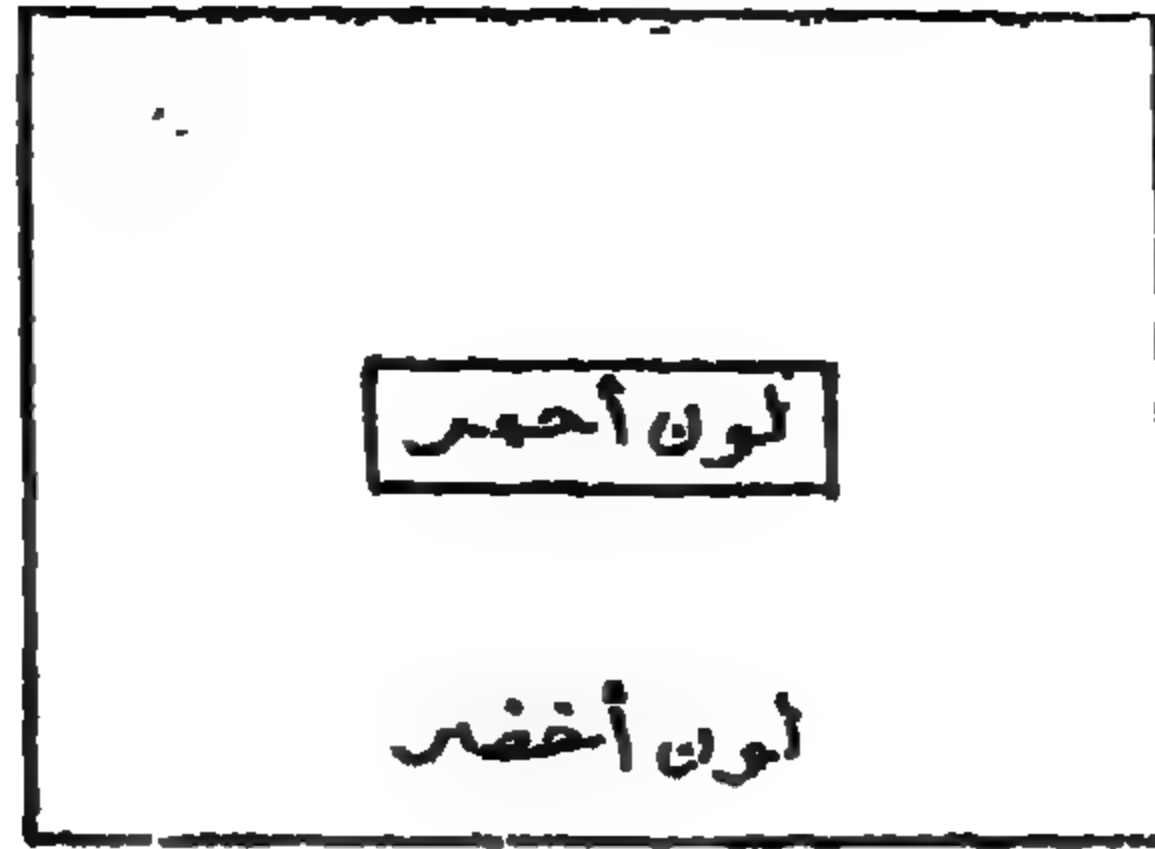
وتعتبر الظاهرة التالية أحد صور تباين كنه اللون ، وتظهر كما في التجربة الآتية .

نضع لوحة بلون ما أمام العين . فبالنظر إليها تتكون داخل العين غلالة شفافة باللون المكمل تبقى لوقت من الزمن : فإذا وضعنا بسرعة لوحة أخرى بلون مغاير فوقها فإن العين تدرك حصيلة لونية مكونة من مكمل لون اللوحة الأولى مضافا إليها لون اللوحة الثانية . ويمكن ملاحظة ذلك في المثالين الآتيين :-

مثال (١) : نأتي بمستطيل كبير بلون أخضر بداخله مستطيل صغير بلون أحمر كما في شكل (٣٧) ، ونثبت نظرنا على كلا اللونين في الضوء الشديد . وبعد عشرين ثانية ، وبسرعة : نضع ورقة صفراء تغطي كلا المستطيلين السابقين . ففي الحال يتكون فوق الورقة الصفراء مستطيل أحمر كبير بداخله مستطيل أخضر صغير . هذان اللونان بامتزاجهما مع لون الورقة الصفراء فان الأخضر في المستطيل الصغير يظهر ضاربا للصفرة والأحمر في المستطيل الكبير يميل إلى البرتقالي .

مثال (٢) : في المثال السابق بدلا من وضع الورقة الصفراء فإننا نبدلها بورقة زرقاء فاتح ، فترى حينئذ مستطيلا صغيرا أخضر ضارب للزرقاء ، أما المستطيل الكبير فإنه يظهر مائلا للبنفسجية .

أما التباين الناتج عن الدوران : Le contraste rotatif كما يدل عليه اسمه ، فإننا إذا أحضرنا قرصا من الكرتون مقسما إلى قسمين متساويين : أحدهما أبيض والآخر الأخضر ، فبإدرة القرص حول مركزه بسرعة معتدلة ، فإن ظاهرة حدوث الغلالات المكتملة تظهر لنا الجزء الأبيض من القرص ضاربا



شكل (٣٧)

إلى الحمرة :

وبالمثل يحدث لجميع الألوان حتى بالنسبة للرمادي الغامق الغير حيادي الذي إذا كان مائلا إلى البنفسجية فإنه بدوران القرص نجد الجزء الأبيض منه يظهر صاربا إلى الإصفرار .

وقد كان هذا العالم الشهير (شفرى) يبلغ من العمر واحداً وتسعين سنة عندما اكتشف هذا النوع من التباين .

التباين المزدوج أى الحادث للدرجة ولكنه معاوفى أن واحد Le contraste simultané بالنسبة لهذا النوع كتب (شفرى) يقول (إن هذا النوع من التباين يتضمن

كل ظواهر التغير في الدرجة والكنه معا التي تطرأ على الألوان المختلفة إذا ما تجاوزت ) ، بمعنى أن العين إذا ما رأت لونين متجاورين مختلفين في كلا الدرجة والكنه ، فالعين لا تراهما كأصلهما ، بل يطرأ عليهما تغيرا بصريا واصحا نتيجة للتباين .

فمثلا التغيرات التي تطرأ على اللون الأحمر نتيجة تجاوره مع الألوان الأخرى تكون كالاتي :

فهذا الأحمر يصبح أكثر أرجوانية بجوار البرتقالي .  
، وأكثر ميلا للبرتقالي بجوار الأزرق .  
، وأكثر تشبعا ولمعانا بجوار الأخضر المزرق .  
خلاصته ، أن الأحمر يميل إلى مكمل اللون المجاور .

كذلك نجد أنه بالتجاور مع الأحمر .

- فإن البرتقالي يظهر أكثر إصفرارا .
- والأصفر يصير أكثر خضرة .
- والأصفر المخضر يصبح أكثر خضرة وتشبعا .
- والأخضر يصبح أكثر زرقة ولمعانا وتشبعا .
- والأزرق المخضر تزيد فيه اللمعة والتشبع .
- والأزرق سيانيه يصبح أكثر خضرة وأكثر لمعانا .
- والأزرق يميل للأزرق Cyané .

— والبنفسجى يصبح أكثر زرقة وأقل تشبعا .

— والأرجوانى يصبح أكثر بنفسجية وأقل تشبعا .

وإننا نلفت النظر إلى أنه إذا ما تكررت مساحتي كلا اللونين وتجاورتا، فإن التباين في هذه الحالة ولكنه والدرجة يؤكد ويتضاعف تأثيره .

وبالنسبة للرسومات الرمادية على أرضيات مختلفة الألوان . فإذا ما فحصنا أيا منها نجد دائما أن هذا الرسم الرمادى يظهر ضاربا إلى اللون المكمل للون الأرضية .

ويجدر بالذكر أنه إذا كان الرسم بالأبيض بدلا من الرمادى فإن تأثير التباين مع مختلف ألوان الأرضيات يقوى ويشد ويظهر الرسم بشكل واضح بلون مكمل للون الارضية .

نستخلص مما سبق أنه بتجاور الألوان يحدث تباينا يسبب تغيرا في مظهرها البصرى ، ربما تفيد منه بعض الألوان فيظهرها أكثر جمالا وأكثر قيمة ، وربما يضرها فيعطىها مظهرا كدرا شاحبا . فإذا ما زاد التباين من الشدة أو التشبع الظاهرى فإنه في هذه الحالة يكون قد أفاد الألوان ، أما إذا امتص أو عمل على إنقاص تشبع اللون ، فإن التباين في هذه الحالة قد يضر بالألوان .

إننا بالتجربة نستطيع أن نلمس .

— أن الألوان الغامقة تظهر ضعيفة على أرضيات بألوان غامقة (ليست مكملة لها .

— وأن الألوان الفاتحة على أرضيات فاتحة (ليست مكملة) تظهر أضعف عما إذا كانت الأرضيات بألوان مكملة

— وإن الألوان الحية على أرضيات داكنة من نفس الكنهه تسبب في زيادة قتامة لون الأرضيات . إن التباين في هذه الحالة يكون أقوى إذا ما كان لون الأرضية لونا مكملًا .

— وإنه الألوان الفاتحه على أرضيات فاتحه (ليست مكملة ) يمكن أن تقوى كثيرا بإحاطتها بخط رفيع بالأسود ( أو بالألوان المكملة ) .

— وإن الألوان القائمة على أرضيات قائمة ( ليست مكملة ) يمكن أن تقوى إذا ما أحيطت بخط رفيع بالأبيض أو بالألوان فاتحه .

وهكذا توجد بعض اللوحات الناجحة مكونة كلها من ألوان إذا ما أخذت بمفردها نجدها متواضعة ، ولكن بفعل التباين بين الألوان ، نجدها تظهر حية جدا وممتازة - كذلك توجد ألوان قوية إذا ما أخذت بمفردها ، ولكنها موضوعة في اللوحة بطريقة تعطى الناظر مظهر الألوان الكسدة . فالتباين في هذه الحالة قد أفسدها .

إننا لنجد الفنانين التأثيريين في التصوير الحديث قد وضعوا العلم في خدمة إحساسهم . فطبقوا بكل جرأة وحكمة قوانين الضوء واللون . فبرعوا في اللون واستعملوا قوانين التباين بكل تعقل . لم يهابوا كثرة استعمال الألوان . فكانوا دائما متأكدين من إنسجامها وتوافقها مع بعضها البعض لمطابقتها لقواعد وقوانين اللون . ووضعوا كل إهتمامهم في التأثير العام للوحة . كما أثبتوا أن خواص الشيء تظهر أقوى بتجاوره مع نقيضه - عرفوا كيف يجدون للخط والشكل واللون مكملاتها ، مما يصنع بذلك التأثير العام . فنلاحظ في كل تكويناتهم اللونية الاختيار المحكم للون السائد في اللوحة .



كذلك حاول المصور بكل وسيلة تجنب بعض أنواع التباين القوية الغير مستحبة  
التي تضر وتؤذي جمال الألوان. فرفض التباينات الشديدة بين الألوان  
المتجاورة التي تعطى دائما نتائج نافرة للعين والنفس، حتى رسومهم بالأبيض  
والأسود ظهرت قوية لأنها خصعت لقوانين التباين في الدرجة .

# الباب التاسع

## توافق الألوان

نقول أن تكويننا لونيًا قد حقق توافقاً إذا ما أثر على العين والنفس تأثيراً حسناً . أما إذا لم يستطع النظر أن يقع بهدوء على لون أو أكثر من بين مجموعة لونية فإن العين والنفس تبتعدان عنه ، وتحدث أحياناً حركات نافرة متبادلة بين لونين أو أكثر في مجموعة أو مجموعات لونية ، في هذه الحالة نقول أن الألوان ليس بينها توافق ، وعليه فالتوافق هو الصفة الأساسية لمجموعة لونية نرتضيها .

وعندما نحاول أن نجتمع في تكوين واحد بين مجموعة من الألوان فإن ذلك يدفعنا إلى التساؤل : كيف نتوصل إلى إبداع توافق فيما بينها دون أي تردد ؟ . ويمكن أن يوضع السؤال بمنطوق أعم فنقول : هل ينصنع توافق الألوان لقواعد ثابتة ، أو أن إختيارها وتحقيق توافق بينها يتوقف كلية على الذوق الشخصي ؟ .

إن قصور علم توافق الألوان قد كون بلبلة داخل نفسية الذين لا يستطيعون أن يفرقوا بين الجمال والتذوق الجمالي . بيد أن هذين الشيئين يختلف الواحد منها عن الآخر . فالجمال يتوقف على النسب التي تتوافر في الأشياء ، بينما التذوق الجمالي يتوقف على الفرد ، إنه الإستعداد الفطري الذي يجعلنا نفضل توافقاً ما على الآخر بسبب تأثيره السيكولوجي . وإن كل منا يمكن أن يكون له تفضيل سابق لتوافق لوني ما يتمشى مع بيئته وميوله الشخصية أو مزاجه اليومي أو المرحلي . ولكن قوانين التوافق تستقل عن كل ما هو فردي أو

سيكولوجى خاص . إن هدفنا من هذا الباب هو توضيح قوانين توافق الألوان وعرض طريقة منطقية للتكوين اللوى .

وقد كتب « سرا Seurat » المصور الفرنسى الكبير : « إن الفن هو التوافق » . وذلك دون أن يعطى معنى محددًا لتوافق الألوان .

ولقد حاول عدد كبير من العلماء ، منذ عهد نيوتن حتى أيامنا هذه ، الوصول دون طائل إلى وضع أسس علم توافق الألوان . وكأنت الصعوبة أمامهم عدم التوفيق فى الوصول إلى أسلوب متماسك يشرح الإبصار اللوى .

وأخيرا توصل الدكتور « أرنست بفييفر H - Ernest Pfeiffer » إلى تعريف علمى دقيق لتوافق الألوان ، بأن أوضح فى كتابه « Harmonie Des Couleurs » . « إن التوافق اللوى عبارة عن اتحاد موفق للألوان نشأ عن استعمال خاصية المصاهرة والتقارب الموجودة بين الألوان واتحاداتها البصرية » .

ولأن دقة هذا التعريف ترجع إلى أن المزج البصرى (١) لمواد التلوين الذى نحصل عليه بإستعمال الأقراص الدوارة ، هو الخلط الطبيعى للألوان الذى يطابق فسيولوجية البصر عند الإنسان .

ولتفسير ذلك نقول أنه بالرجوع إلى شكل (١٧) فقد بينا أن الإحساس بالأبيض ينتج عن إثارة مجموعات الألياف العصبية البصرية الثلاثة (أ، ب، ج) . كذلك قلنا أنه إذا دار قرص نيوتن المبين بشكل (٢٢ - أ) بسرعة معينة وامتزجت الألوان أمام العين وتجمعت إحساساتها فى إحساس واحد بالتألف البصرى بالجمع ، رأت العين هذا القرص أبيض ، راجع شكل (٢٢ - ب) .

ولنأخذ مثالا آخر لنبين كيف أن الإحساس بالألوان دائما ما ينطبق مع نتيجة الجمع والمزج البصري لها .

فبالرجوع أيضاً إلى شكل (١٧) نجد أن الإحساس الفسيولوجى باللون الأصفر هو حاصل المجموع الناتج من إثارة كلا المجموعتين : (أ) ذات الحساسية بوجه الخصوص بالنسبة لتأثير الموجات الضوئية الطويلة التى تحدث الإحساس باللون الأحمر ، وكذا (ب) والتى حساسيتها بوجه الخصوص لتأثير الموجات المتوسطة الطول التى تحدث الإحساس باللون الأخضر - كما يتم الإحساس باللون الأصفر كذلك بمزج طيف أحمر بأخضر حيث يتم المزج بينهما بالجمع كما بينا سابقا (راجع شكل ١٨) .

وقد رفض الدكتور « بفييفر » القول القائل بأن الأذواق والألوان مواضيع فوق المناقشة . وإقترح نظرية رياضية لتوافق الألوان مشتقة مباشرة من خواص الإبصار ، مشابهة لقواعد توافق الألحان الموسيقية ، والتى سوف نستعرضها فى الملاحق المعطى بآخر الكتاب . ولو أننا فضل عليها الطريقة التجريبية الآتية :

#### الطريقة التجريبية للحصول على التدرجات المثالية للألوان :

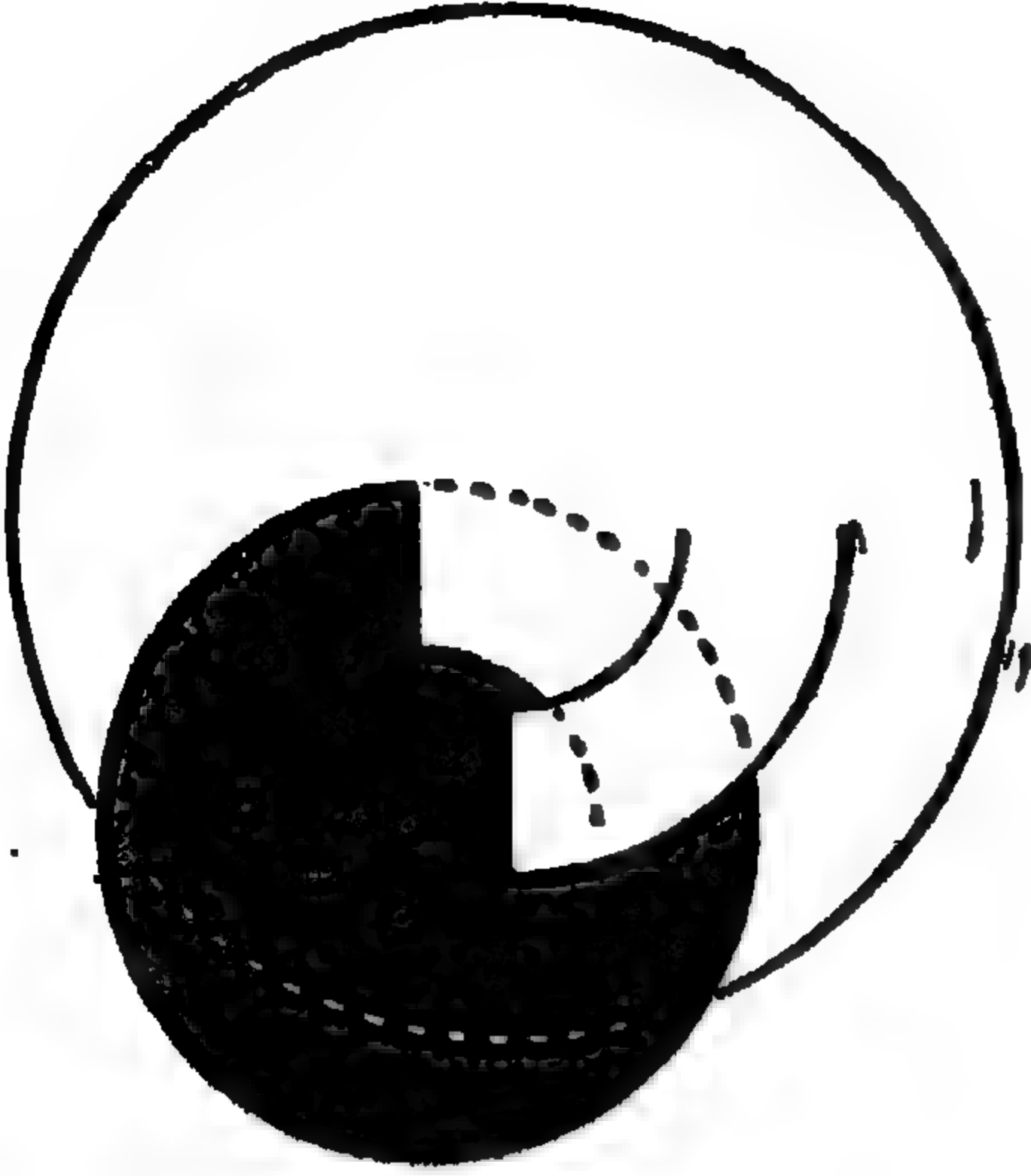
استعمل الدكتور « بفييفر » قرصا خاصا يسمح بالتجربة بإيجاد التدرجات المضبوطة التوسط أى المناسبة للألوان ، دون أى عملية رياضية ، وذلك بالاستعانة بنتيجة المزج البصرى للألوان ، للترابط والتوافق بينها .

يتركب قرص « بفييفر » من قرصين متداخلين . وتتلخص طريقة تجهيزهما وتشابكهما كالآتى :

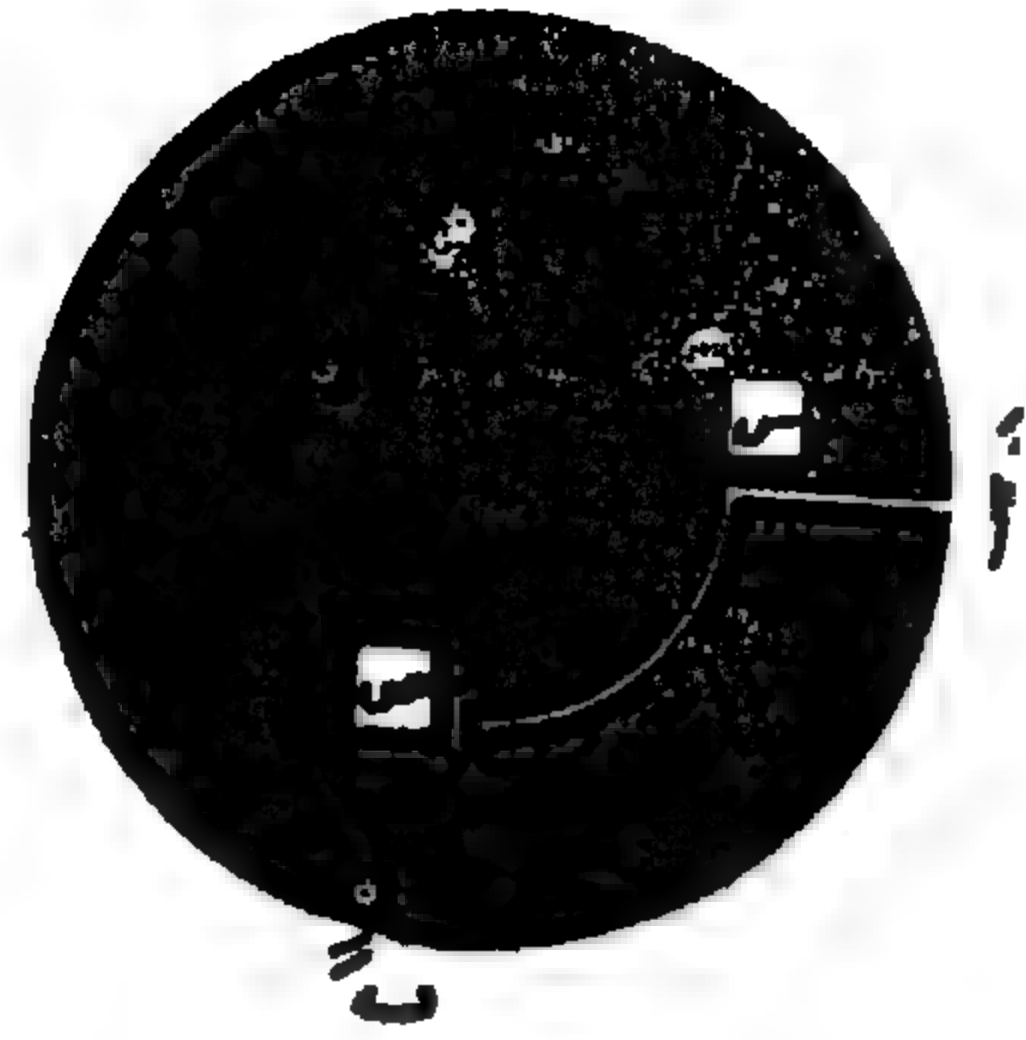
القرص الأكبر : شكل (٣٨-أ) ليكن مركزه م ونصف قطره ٣ سم . نرسم بداخله م آ ، م ب المتعامدان . نركز فى م وفى ربع القرص ا م ب نرسم جزئى الدائرتين الداخليتين ن ق ١ = ١ سم ، ن ق ٢ = ٢ سم فيقطعنا م آ فى النقطتين ح ، د ويقتطعان م ب فى النقطتين ه ، و . نقص ح ه و د بحيث تترك المسافة ح د بدون قص . فيكون الجزء ح ه و د عبارة عن لسان .





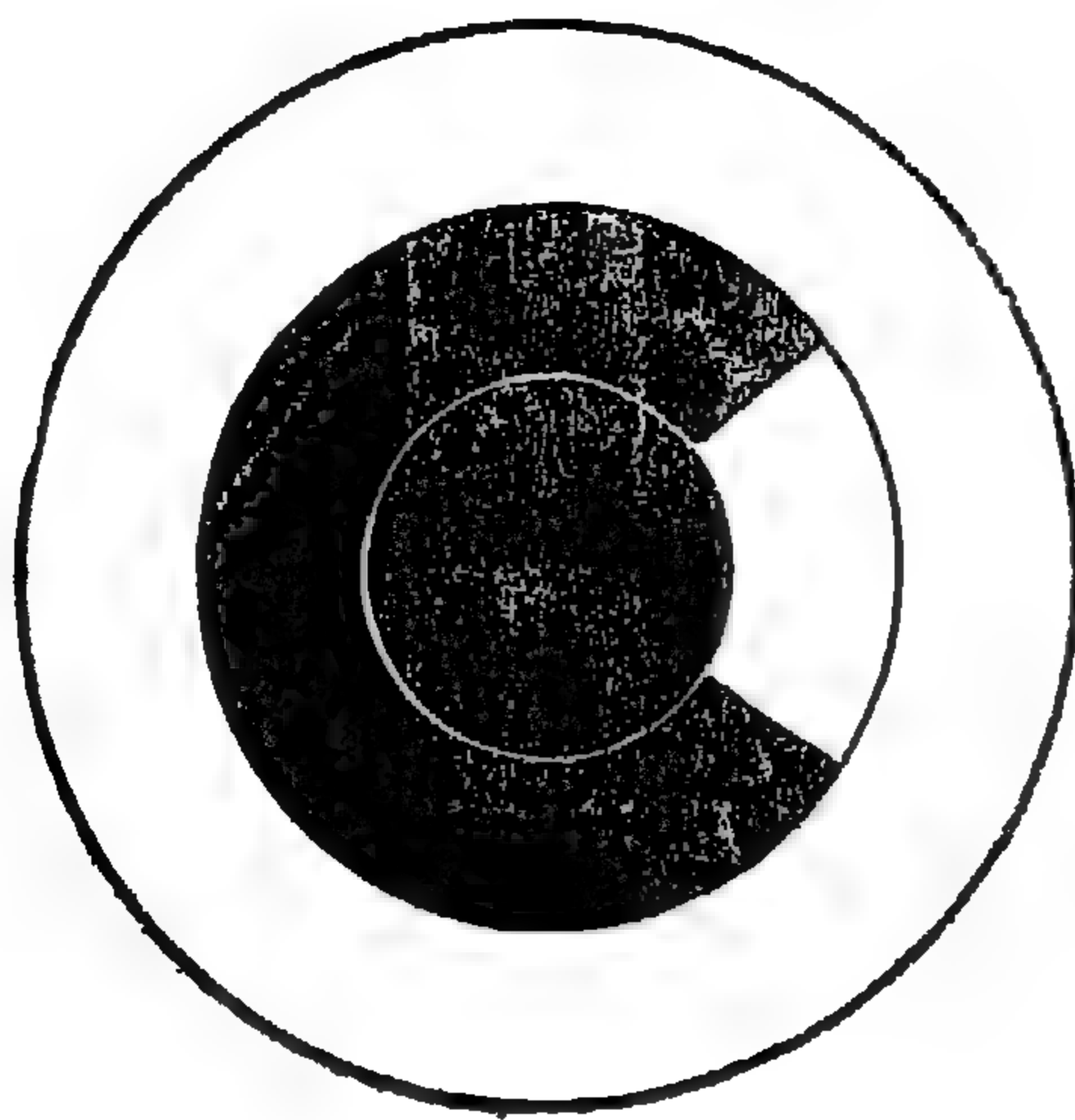


شكل (٣٨-أ)

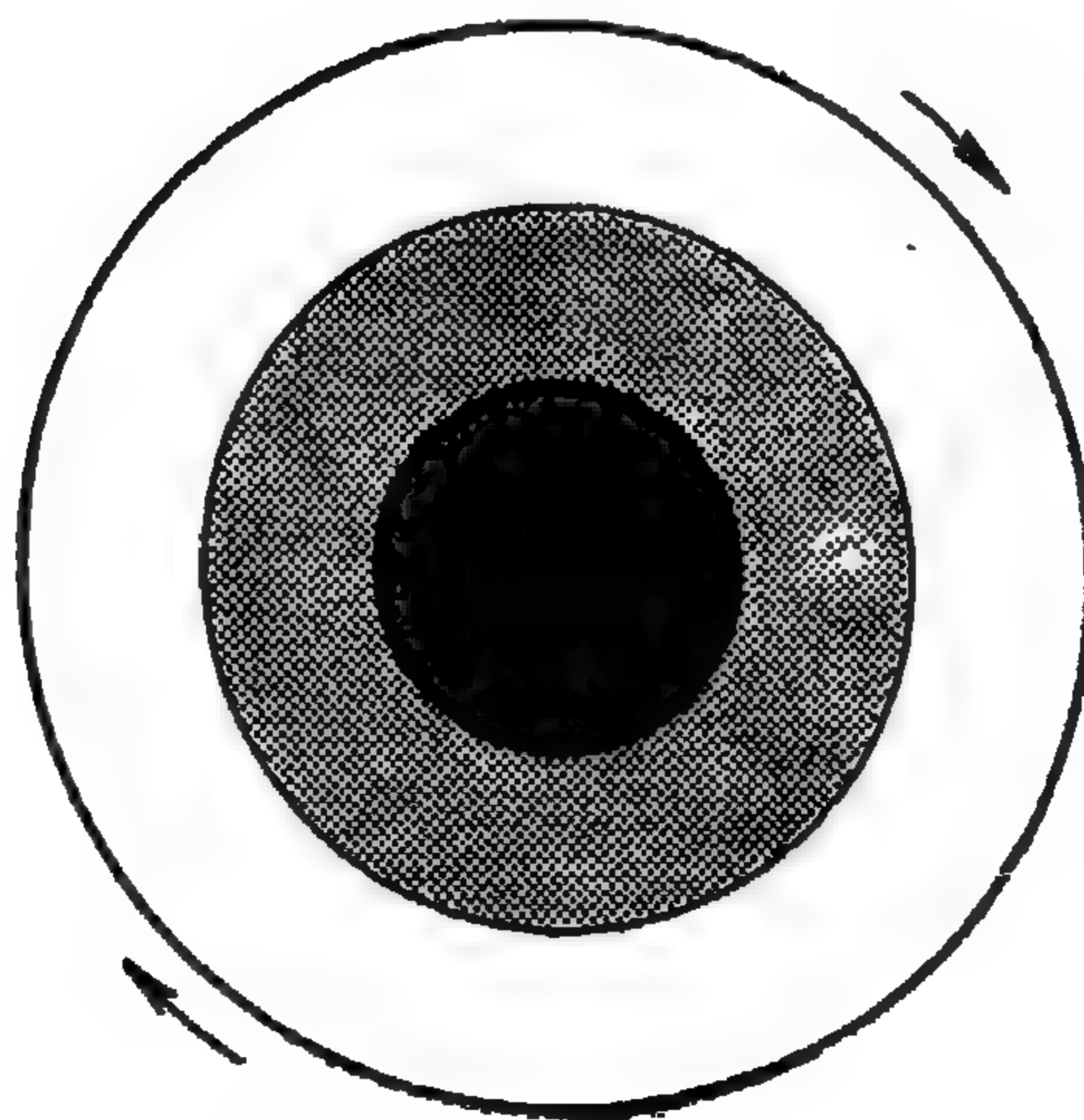


شكل (٣٨-ب)

ندهن القرص الأكبر بالأبيض والقرص الأصغر بالأسود . نجمع القرصين كما سبق شرحه في قرص واحد، ونضبط الحلقة المتوسطة نصفها بالأبيض والنصف الآخر بالأسود . بدوران هذا القرص المجمع تنتج درجة من الرمادي الفاتح على الحلقة المتوسطة للقرص . نوقف القرص ونضبطه بحيث تزيد نسبة الأسود على الحلقة المتوسطة. فبدوران القرص يظهر رمادي أغمق من الأول ويقرب من (الرمادي المتوسط). نصصح نتيجة المزج البصري بتغيير مساحتي الأبيض والأسود كما بشكل (٣٩-أ) حتى نحصل بدوران القرص على الرمادي الصحيح المتوسط بين الأبيض والأسود كما بشكل (٣٩-ب). نحضر نسخة مطابقة لهذا الرمادي المتوسط بمزج مادتي التلوين الأبيض والأسود مع إضافة كمية ضئيلة من أصفر ocre لمنع ميل المزيج إلى الزرقة.



شکل (۳۹-۱)



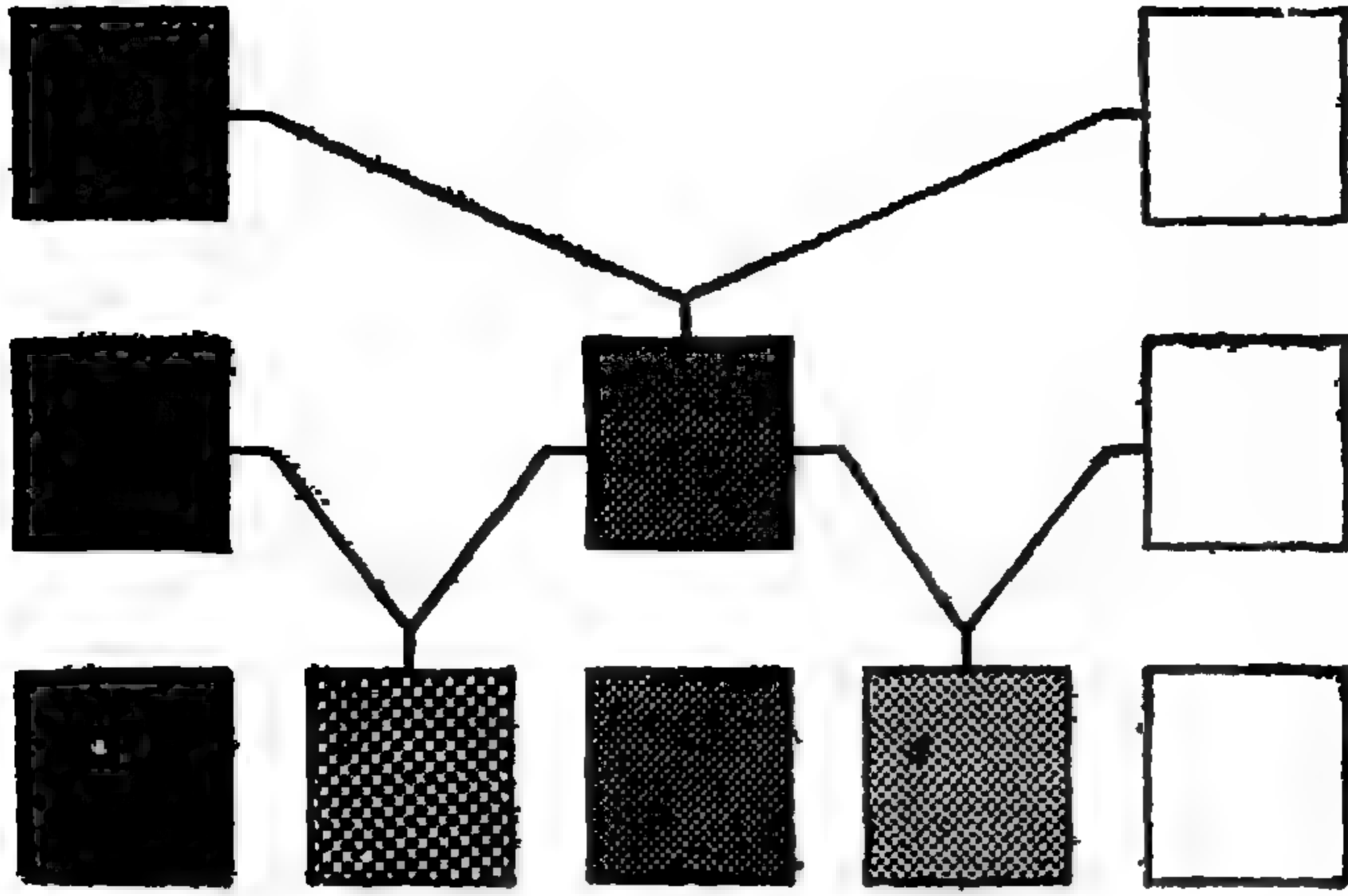
شکل (۳۹-ب)

كما نحصل على الرمادى الفاتح بالبحث بصريا عن درجة الرمادى الواقع متوسطا بين الأبيض والرمادى المتوسط السابق الحصول عليه . ولتحضيره يدهن القرص الصغير بالرمادى المتوسط بدلا من الأسود . أما القرص الكبير فيبقى أبيضاً . فعلى الحلقة المتوسطة يعطى القرص بدورانه ، رماديا فاتح القيمة بين الأبيض والرمادى المتوسط . نكرر التجربة بتغيير مساحتي جزئي الحلقة المتوسطة حتى نحصل على درجة رمادى فاتح مضبوط التوسط بين الأبيض والرمادى المحضر مطابقة للرمادى المتوسط .

بنفس الطريقة يمكن الحصول على الرمادى الغامق ، بدهان القرص الكبير لقرص «بفييفر» بالرمادى المتوسط السابق الحصول عليه ، أما القرص الصغير فيدهن بالأسود . بتغيير نسبة مساحتي الحلقة المتوسطة لقرص «بفييفر» فإننا نحصل على رمادى مضبوط التوسط بين النسخة الرمادية السابق الحصول عليها والأسود .

إن تحضير نسخ مطابقة لكل الرماديات التى حصلنا عليها بالترج البصرى وهى : أولا الرمادى المتوسط ، يليه الرمادى الفاتح ثم الرمادى الغامق لتعطى تدرجا متاثلا لتواليه مضبوطة كما هو مبين شكل (٤٠) .

ويمكن أن نزيد من عدد درجات هذا التدرج المتوافق بتكرار تكوين الرماديات المتوسطة بين الدرجات الخمس التى حصلنا عليها وهكذا ...



شكل (٤٠)

رسم توضيحي للتدرج الرمادي الذي حصلنا عليها بالتألف البصري  
بالاستمالة بقرص ( بفيفر )

يستعمل أيضا قرص « بفيفر » لتكوين تدرجات القيم المتوافقة التالية :

- بين الأبيض أو الأسود وأي لون آخر .
- بين درجه رمادي ما وأي لون كامل التشبع .
- بالنسبة للون واحد ( أحادي اللون ) .

لون واحد مع الأبيض أو الرمادي أو الأسود :

إن أبسط مجموعة لونية متوافقة هي تلك التي تتكون من كنه لون واحد  
موضوعاً بجوار الأبيض أو الرمادي أو الأسود .

إنه من النادر ما تعطى التكوينات اللونية من هذا النوع تأثيراً سيئاً ، إذ  
ليس هناك ما يخص أي لون محب للنفس لكي يثبت تنافره حين استعماله  
بجوار الأبيض أو الرمادي أو الأسود . إن بعض المجموعات اللونية ذات  
تأثير أقوى من المجموعات الأخرى . وكقاعدة ، فإن اللون الواحد  
في حالة استعماله مع مساحات كبيرة من الأسود فإن الألوان الساخنة

مثل الأحمر والبرتقالى والأصفر الكامل التشبع تعطى تأثيراً أشد بتجاورها مع الأسود . أما الألوان الباردة كالأزرق والأزرق الضارب للخضرة أو الأزرق البنفسجى إذا ما استعملت مع الأسود فإنها تكون فى أشد رونقها إذا ما استعملت بشدة هادئة .

أما البنفسجى الشاحب فقليلا ما يعطى تأثيراً حسناً مع الأسود . ولكن الأخضر الزمردى الناصع يمكن أن يكون محبباً بجوار الأسود . ولما كان الأبيض غالباً ما يوحي ببعض الدفء ، فإنه فى حالة استعمال لون واحد بجواره فإن لونا باردا وقائما يعطيه أحسن النتائج .

وللحصول على تأثيرات أرق فإن الألوان الفاتحة الدافئة تكون أكثر تناسبا ، ولو أن كل الألوان خاصة لو استعملت بقيمة فاتحة غالبا ما تأتى بنتائج حسنة محببة مع الأبيض :

#### المجموعات اللونية أحادية اللون :

إن الفنان قلما يستفيد بمثل هذه المجموعة اللونية التى بينها سابقا . فلنتقبل لأبسط المجموعات الشائعة الإستعمال . تعرف عادة هذه المجموعة باسم «أحادية اللون» حيث يستعمل فيها كمنه لون واحد . لنختار أى لون ونستعمله بأى عدد من القيم ودرجات الشدة . فى حالة استعمال الألوان المائية فإن هذا يعنى إضافة الماء إلى اللون بكميات مختلفة ، أو إضافة الأسود أو إضافتها معا .

وعليه فهذه المجموعة اللونية هى إمتداد للسابقة لتشمل كل القيم وكل درجات الشدة للون معين سواء استعملت بجوار الأبيض أو الرمادى أو الأسود أو بدونها .



وقد يكون الشكل الشائع الإستعمال هو الرسم المنفذ على الورق الأبيض بلون واحد، ليكن « السيبيا » مثلاً حيث تختلف القيم من الدرجات الفاتحة إلى الدرجات القائمة .

وتعرف أحياناً المجموعات اللونية أحادية اللون « بالقيم الذاتية Selftones » ويرى البعض أن في إستعمال القيم الذاتية ليس هناك مجال لكي تتاح للون ما فرصة التوافق من عدمها ، وفي ذلك بعض الصحة لأن مثل هذه المجموعات ربما تشيع الملل . وإنه على النقيض نرى بعض هذه التكوينات ناجحة التأثير إذا ما تباينت القيم بشكل كاف .

إذا أراد الفنان أن يحصل على تنوع أكبر للمجموعات أحادية اللون فيمكنه إضافة إقتراحات من ألوان أخرى . فيمكن أن يسود اللون الأزرق لوحة ما وتدخل فيها لمسات من ألوان متقاربة من الأخضر والبنفسجى . ويمكن إضافة تأكيدات لونية ساخنة معها كانت درجات تكاملها . هذه اللمسات الماهرة تكفى لكي تعطى التأثير المرضى ، رغم بقاء الرسم أحادى اللون أساساً .

### التوافقات الأساسية للألوان

إذا ما اجتمع لوانان أو أكثر في تكوين ما فإن التوافق الذى يحدث بينهما إما أن يكون :

١ — توافق مجموعة لونية مشتركة في كنه لون واحد Harmonie consonant:

فتتكون المجموعة من كنه ألوان متجاورة على الدائرة اللونية مثل الأحمر البرتقالى والأحمر البنفسجى أو الأزرق البنفسجى والأزرق الضارب للأخضرار ...

حتى اللونين الأحمر البرتقالي والأخضر الضارب للأصفرار نجدتهما متقاربين  
لإشتراكهما في اللون الأصفر .

٢ — توافق مجموعة لونية متباعدة الكنه على الدائرة اللونية ومختلفة الشدة  
Harmonie Dissonante : فنجد المجموعة لا تحتوى كنه ألون مشتركة .  
مثل اللونين الأحمر والأخضر أو اللونين الأزرق والأصفر . إنها تتكون من  
ألوان متكاملة أو قريبة التكامل حدث بينها توافق بتوسط لون مزيجها للبصرى  
بينها ، الذى يميل إلى الرمادية .

وبالنسبة لكلا النوعين السابقين يتحقق توافق الألوان بعمل نسخ من المزيجات  
البصرية لها تدخل ضمن التكوين اللوني مما يحدث التوافق . فكل مزج بصرى  
يكشف دائما عن الميل والأصل المشترك للونين المستعملين . فمثلا المزج البصرى  
لكلا اللونين الأصفر المخضر والأزرق المخضر ينتج عنه لونا أخضرا يشكّل  
مع هذين اللونين توافق مجموعة لونية مشتركة فى كنه لون واحد . ولكن  
اللونين الأصفر والأزرق بكنهين قريبى التكامل وبشدتين مختلفتين واللذان  
ينتج عن مزجهما البصرى أصفر ضارب للرمادية فإنهما يكونان مع هذا المزيج  
البصرى توافق لونين متباعدين الكنه ومختلفين الشدة .

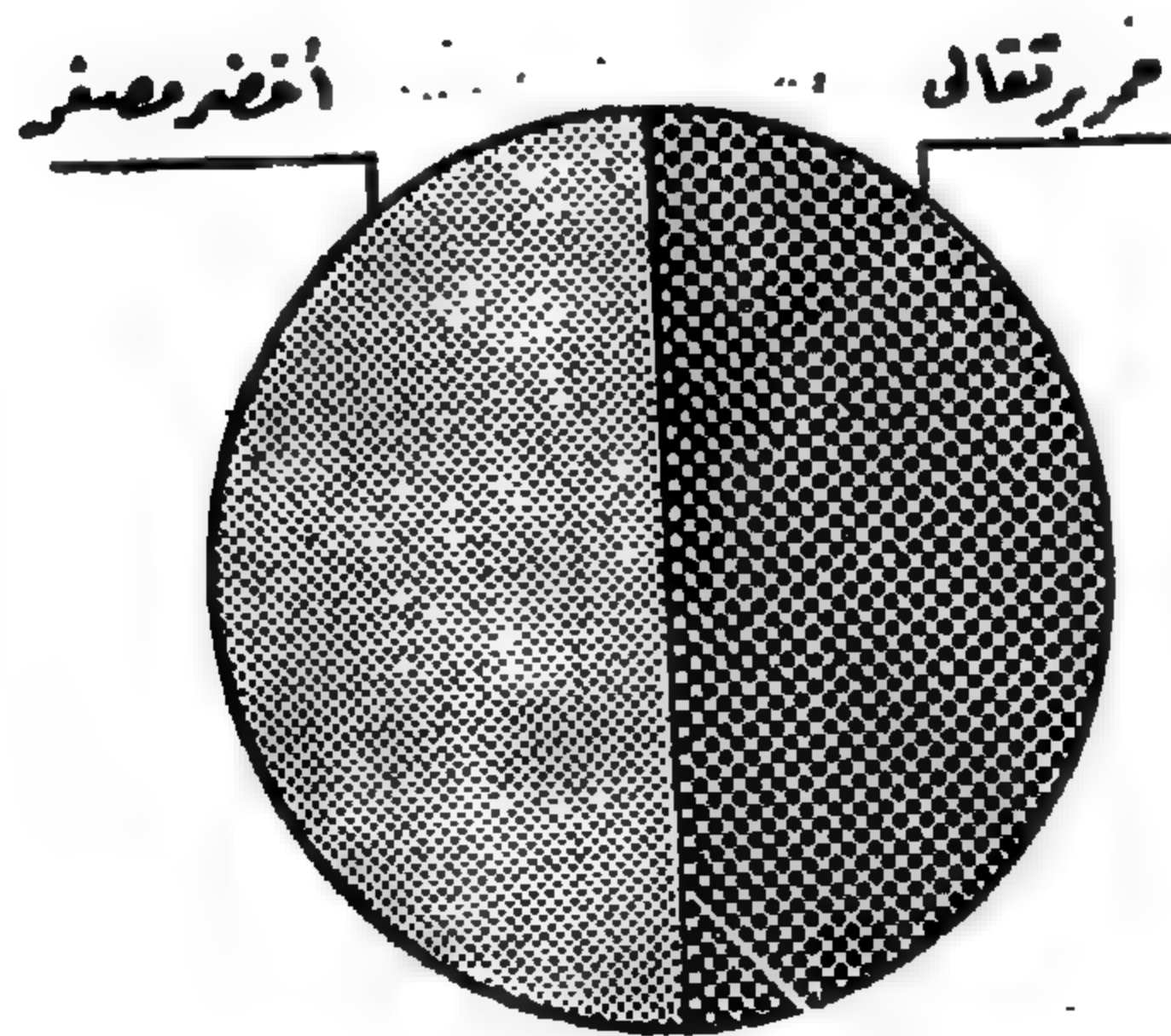
٣ — توافق مجموعة لونية متباعدة الكنه على الدائرة اللونية ومتساوية  
الشدة Harmonie assonante : أما إذا تساوت درجة تشبع اللونين المتكاملين فإن  
اللون الوسيط نتيجة مزجهما البصرى يصبح رماديا حيا ديا ويشكّل توافق لونين  
متباعدين الكنه ومتساويين الشدة هدىء تباين ألوانها إلى أقصى حد .

ولندرس الآن كل نوع من التوافق على حدة :

١ — توافق مجموعة لونية مشتركة في كنه لون واحد :

إن جمال الألوان المشتركة في كنه لون واحد لتوحى بالإعجاب وتُسحر كل من يشاهد الأعمال الخالدة للمصور «رينوار Renoir». فكل لوحة من أعماله العظيمة تحتوى على توافقات ألوان مشتركة في كنه لون واحد. إننا نشعر بجمالها. وعلينا الآن بتكوين هذا النوع من التوافق، بشرح مثال لبنائها حتى يمكننا أن نفهمها.

فأني بقرص من الكرتون بنصف قطر ٣ سم. نقسمه إلى قسمين متساويين نختار لونين مشتركين في كنه لون واحد. ليكن أحدهما الأحمر البرتقالي والآخر الأخضر الضارب للاصفرار. نلون نصفي القرص بهذين اللونين كما بشكل (٤١- أ).

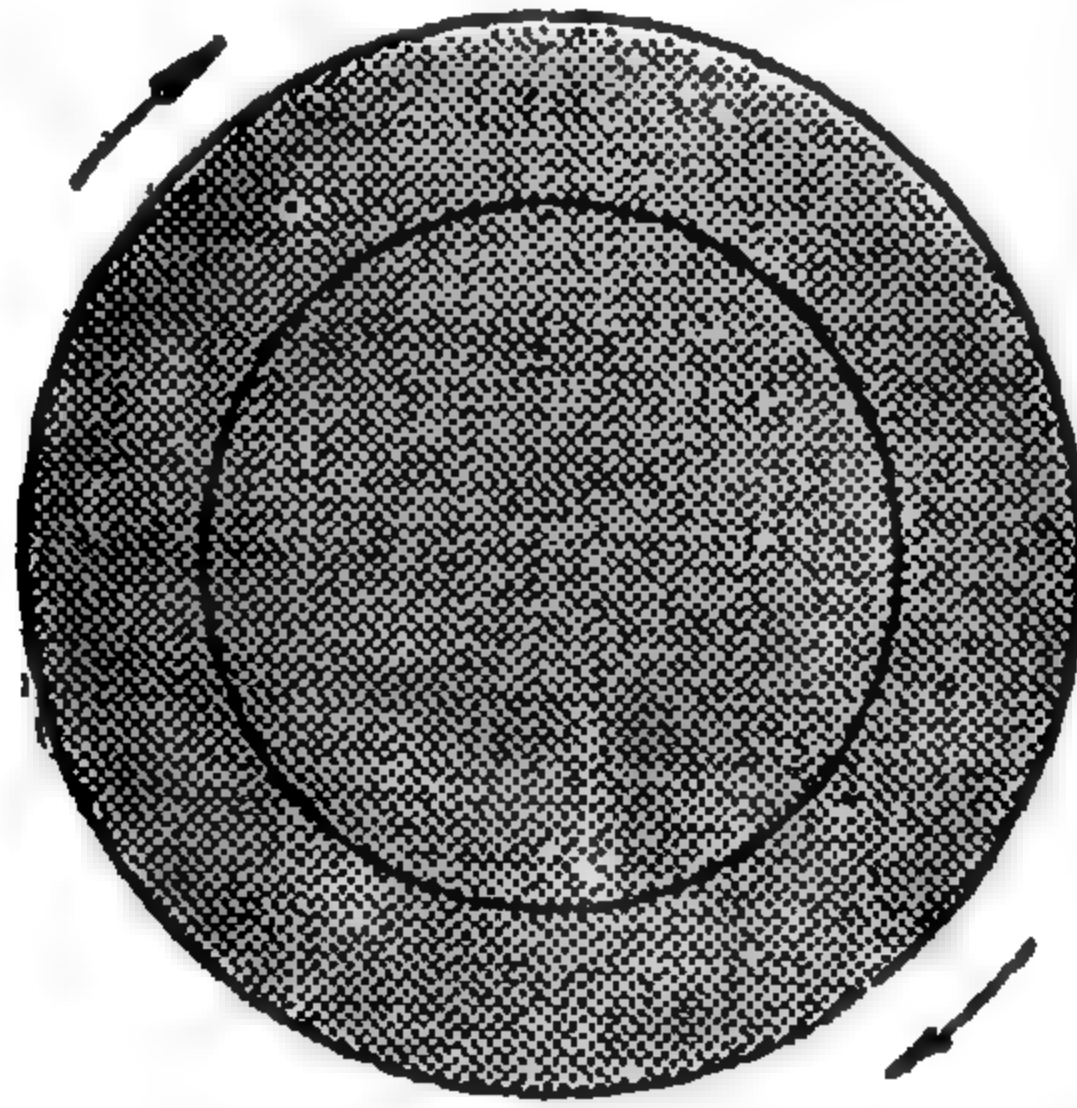


شكل (٤١ - ب)

بدوران القرص يحدث لون جديد . إنه أصفر ocre ذا مظهر (غير مادي)  
نتج عن المزج البصري لكلا اللونين على القرص .

ولمراجعة تماثل النسخة المادية التي نقوم بتحضيرها مع ناتج التألف البصري  
فاننا نتبع الآتي :

نأخذ بقرص نصف قطره ٢ سم . نلونه بالمزيج المحضر مماثلا لنتيجة المزج  
البصري . نضع هذا القرص الصغير فوق القرص السابق ذو النصفين الأحمر  
البرتقالي والأخضر الضارب للأصفرار . فبدوران مجموعة القرصين إذا لم  
يظهر أى اختلاف بين المزج البصري على الحلقة الخارجية ولون المزيج بالقرص  
الصغير ، كما بشكل ( ٤١ - ب ) فان النسخة المحضرة تعتبر مضبوطة .



شكل ( ٤١ ب )

إن هذا المزيج اللوني وهو أصفر ocre ، الذي حضر مطابقا لنتيجة المزج  
البصري يمثل رباط وصل جيد وقوى بين مادتي التلوين الأحمر البرتقالي  
والأخضر الضارب للأصفرار . كما يلعب دور اللون الوسيط بين هذين اللونين .  
ويتضح ذلك من الآتي :

نحضر ثلاث مربعات متساوية طول كل منها ٣ سم . نلون أحداها بالأحمر البرتقالي والثاني بالأخضر الصارب للأصفرار والثالث بأصفر ocre . بوضع الثلاث مربعات متجاورة بحيث يقع المربع الأصفر ocre بين المربعين الأحمر البرتقالي والأخضر الصارب للأصفرار فإننا نلمس توافق مجموعة الثلاثة ألوان بفصل وجود اللون الوسيط .

وقبل الإنتهاء من شرح هذا النوع من التوافق نحب أن نبين حالتين منه :

أولا : توافق مجموعة لونية مشتركة في كنه لون واحد مع استعمال لون سائد : هذه المجموعات اللونية ولو أنها من أكثر المجموعات نجاحا إلا أن اشتراكها في اللون ربما يسبب بعض الملل . وعليه فإن الفنان يجب أن يبحث في تطور مجموعاته باستخدام عدد كاف من الألوان مع اختلاف قيمتها وشدتها وتنظيمها حتى يتفادى الملل . ومن إحدى الوسائل للحصول على نتائج موفقة هو تأكيد سيطرة أحد الألوان . ويتحقق ذلك بكبر مساحته في اللوحة بالنسبة للألوان الأخرى أو باستعماله بقيمة تظهر تباينا مع الخلفية background أو بالنسبة لشدته الزائدة .

إن المجموعات اللونية المكونة من ألوان مشتركة الكنه الفاتحة القيمة والقليلة الشدة هي أكثر المجموعات شيوعا ، حيث يسود لون واحد مساحة كبيرة . وإنه في التصميمات الداخلية غالبا ما تستعمل مثل هذه المجموعات اللونية . فعند اختيار مواد البناء أو التغطية سواء في فن العمارة أو في التصميم الداخلي والتأثيث فإنه على المهندس المعماري مراعاة استعمال هذا النوع حيث يسود المجموعة أحد الألوان .

ثانيا : توافق مجموعة لونية مشتركة في كنه لون واحد مع استعمال



تأكيدات مكملية : إن الفنان إذا ما أراد تفادى ملل بعض مجموعات اللونية من هذا النوع السابق فإنه غالبا ما يمنحها الحياة بإدخال تأكيدات بألوان مكملية . هذه التأكيدات إذا ما كانت ناصعة ، غالبا ما تشع قوة أزيد من مساحاتها ، فلمسة واحدة من لون مكمل للون السائد في مجموعة لونية مشتركة في كنه اللون يمكن أن تفيض بالحياة على المجموعة بأسرها ، فمثلا نجد المصور « كورو Corot » في مناظره الطبيعية غالبا ما أضاف لمسة من اللون الأحمر ( سواء في بقرة أو قبة أو ستر ) ليضفي الحياة لألوانه الخضراء القائمة ،

٢ — توافق مجموعة لونية متباعدة الكنه على الدائرة اللونية ومختلفة الشدة :

إن الخطوة التالية بعد استعمال المجموعات اللونية بألوان مشتركة في كنه لون واحد مع تأكيدات مكملية هي المجموعات اللونية بألوان متباعدة على الدائرة اللونية ، والتي تسمى أحيانا بالتوافقات المتباينة ، وهي التي تنتج عن استعمال الألوان المتقابلة على الدائرة اللونية .

إننا إذا كنا مساحتين متساويتين وبنفس الشدة من اللونين الأحمر والأخضر المكمل له ، فإننا لانكون قد وفقنا في إبداع توافق ناجح . قطعة من القماش ذات أقلام متساوية من البرتقالي والأزرق يمكن أن تستلف النظر ، ولكن لا يمكن أن نصفها بالجمال .

إن السرفى نجاح التكوينات اللونية المتكاملة هو استعمالها في مساحات غير متساوية وبتفاوت في درجات الشدة . إن مساحة حمراء كبيرة ومساحة خضراء صغيرة مثلا تبدوان دائما متوافقتان لأن اللون الأحمر السائد يضيف الوحدة للتكوين . كما أن السطح الأحمر الناصع يمكن أن يستعمل بنجاح مع أخضر بشدة هادئة رغم تساوى المساحتين ، وذلك لأن الأحمر يسود المجموعة لتفوق شدته ،

إن «التكاملات القريبة» تعطى نتائج أفضل للتعبير عن التباين في الطبيعة. فالإصطلاح «التكاملات القريبة» يفسر ذاته . فاللون البنفسجي هو المكمل التام للون الأصفر، بينما البنفسجي الضارب للزرقة والبنفسجي الضارب إلى الحمرة يعتبران مكملان قريبان للون الأصفر . هذه المكملات القريبة تسمى «مكملات منشقة Split Complements» حيث أنها إنشقاق أو انفصال من المكمل الحقيقي . والشكل (٤٢) يوضح كيفية تحديد المكملين المنشقين بالنسبة للون ما ، فعلى دائرة لونية، إذا ما وضعنا رأس السهم بحيث تتجه إلى اللون المختار ، فنجد إتجاهي السهمين ب ، ج يحددان اللونين المكملين القريبين ( المنشقين ) له .



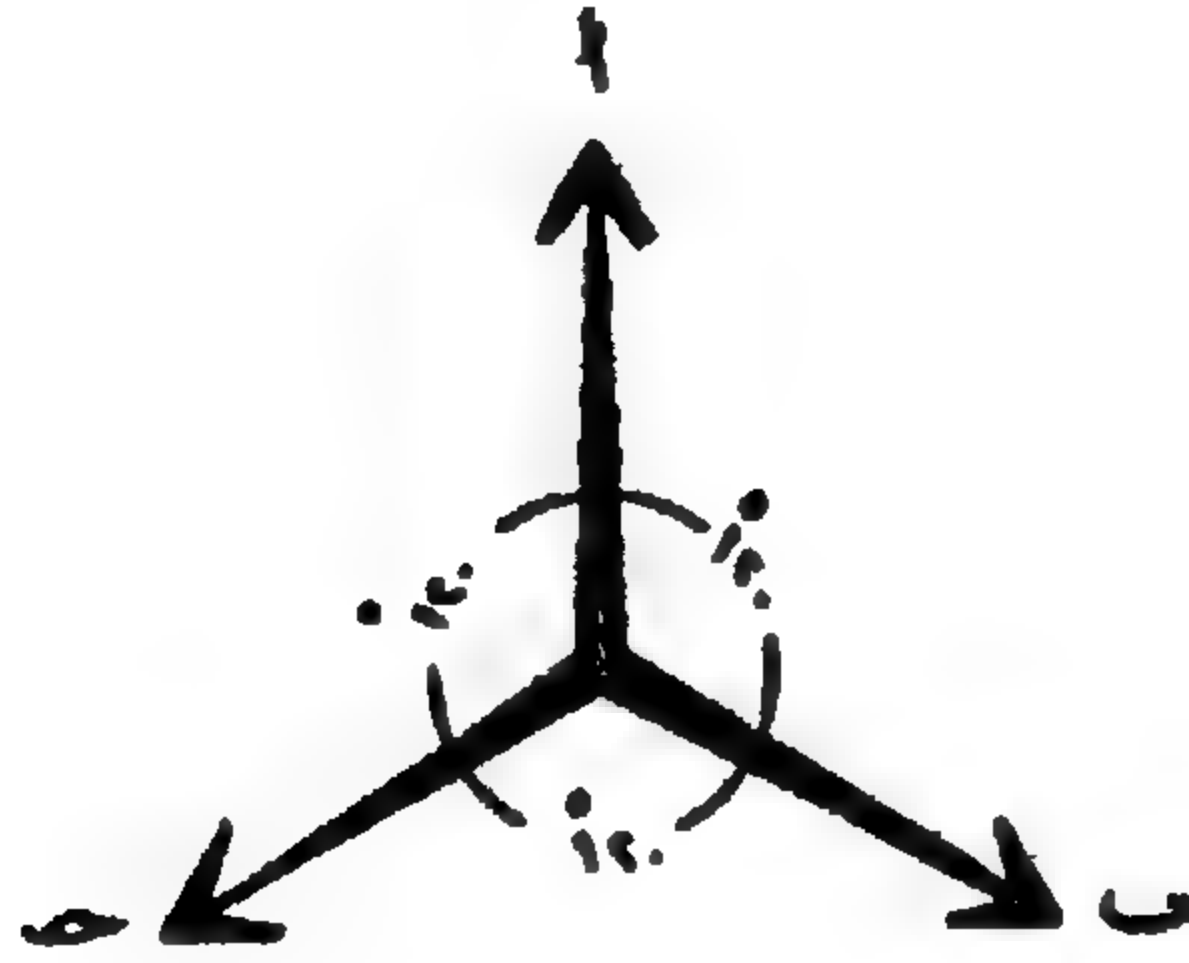
شكل (٤٢)

أحيانا ما تعطينا مثل هذه التكاملات المنشقة نتائج محدودة، ولذا فإنه عوضا عن إستعمالها فإننا نستعمل مكملات منشقة أخرى تقع خطوة أبعد على الدائرة اللونية .

ففي الدائرة اللونية ذات الإثني عشر لونا إذا أخذنا اللون الأصفر ليسود مجموعة لونية وكان مكمليه المنشقين هما : البنفسجي الضارب للحمرة والبنفسجي

الصنارب للزرقه، ولتضح أن النتيجة غير مرضية، فإنه يمكن استعمال الأحمر والأزرق كبديل عنها . وفي هذه الحالة نكون قد استعملنا ثلاث ألوان على أبعاد متساوية على الدائرة اللونية . ويسمى هذا « بالثلاثي اللوني Traid » . فعلى الدائرة اللونية إذا ما إتجه رأس السهم (أ) إلى أى لون ما ، كما فى شكل (٤٣) فإن إتجاهى السهمين (ب) ، (ج) يحددان اللونين الآخرين ، حتى تكون المجموعة « الثلاثي اللوني » .

ورغما عن أن التكوينات الناشئة من استعمال الثلاثيات اللونية يمكن أن تعطى نتائج غنية فلأنها ليست طريقة للحصول على توافق مضمون .



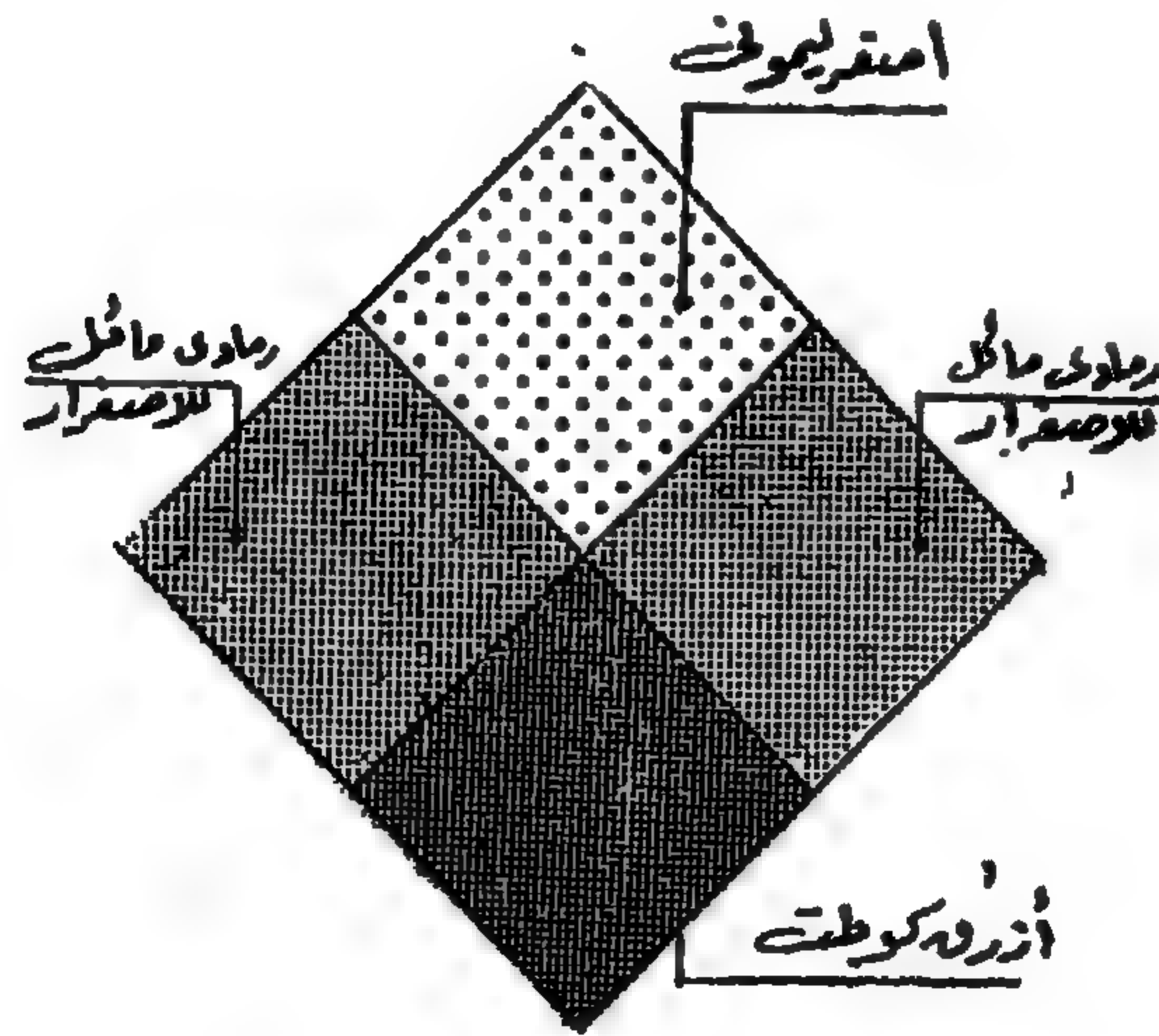
شكل (٤٣)

فعندما نكون مجموعة لونية ماعلى أساس ثلاثي لوني فإن إحدى الطرق الناجحة لتجنب التضارب بين الألوان الأساسية هو أن يختار إحداها كلون سائد، ونقلل من أهمية اللونين الآخرين بوضعهما فى المرتبة الثانية .

ولأننا نؤكد أن الطريقة المثلى لتحقيق توافق لونين متباعدي الكنه على الدائرة اللونية هي إدخال اللون الناتج عن مزجها البصرى ضمن المجموعة اللونية .

ولنجرى التجربة الآتية :

نأخذ بقرص ونلون نصفه «أزرق الكوبلت» والنصف الثانى « بالأصفر الليمونى » فبدوران القرص يحدث مزجا بصريا لهاوي ينتج رماديا وسيطا مائلا للأصفرار ، نحضر نسخة مطابقة منه وذلك بمزج مادتي التلوين أزرق الكوبلت والأصفر الليمونى ، ثم نصصح نتيجة المزج إذا لزم الأمر . وأنه بالإستعانة بأربعة مربعات صغيرة : ( إحداها «أزرق الكوبلت» والثانى «أصفر الليمونى» أما المربعين الآخرين « بالرمادى المائل للأصفرار » ناتج المزج البصرى ) نكون مربعا كبيرا ، شكل (٤٤) ، نجد أن كلا اللونين قد احتفظا بلونيهما وكونا توافق ألوان متباعدة الكنه على الدائرة اللونية ومختلفة الشدة بفضل وجود الوسيط للونيهما وهو الرمادى المائل للأصفرار ، بخلاف ما شاهدناه فيما سبق من أن اللون الوسيط الذى يحقق توافق ألوان مشتركة فى كنه لون واحد يكون كنه لون جديد .



شكل (٤٤)

مربع كبير مكون من مربعين متقابلين أحدهما أزرق الكوبلت والثانى أصفر الليمونى  
أما المربعين الآخرين فلونين بالرمادى المائل للأصفرار ، نجد المجموع ، تتوافق .

ان دور هذا النوع من التوافق هام جداً لزيادة مفعول التباين ، الذى يمكن أن نجده فى أعمال كبار الفنانين . ولنأخذ مثلاً ، الفنان الخالد « روبنز Rubens » فى لوحته « تاريخ ماري دى مديسيس Histoire de Marie de Médicis » حيث إستعمل بمهارة اللون الأزرق الفاتح والرماديات الضاربة للزرقة والى إستقت بصريا من هذا الأزرق الفاتح لكى يعطى البريق المعدنى للأصفر الذهبى على الملابس الملكية . كما تستعمل الألوان المائلة للرمادية ، حصيلة مزج لونين متكاملين ، فى فن التصوير المعاصر للتوفيق بين تنافر الألوان المتضادة .

٣ - توافق مجموعة لونية متباعدة الكثرة على الدائرة اللونية ومتساوية الشدة :

أن الأعمال الخالدة للفنان « سيزان Cezanne » تظهر غالبا ألوانا بالغة التدرج اكتسبت قيمتها ومنزلتها نتيجة لتكوينها توافق ألوان متباينة متساوية الشدة وفق إليها الفنان بأحاساسه الملهم .

ترى ، ما الذى يميز هذا النوع من التوافق ؟ إن الألوان المتباعدة الكثرة المتساوية الشدة إذا ما مزجت بصريا فإن كنه ألوانها يميل إلى الحيادية التامة : وإذا ما إستعمل فى مجموعة لونية هذان اللونان المتساويان فى الشدة يتوسطهما الرمادى نتيجة مزجها البصرى فان المجموعة تتوافق وتشكل بذلك توافق مجموعة لونية متباعدة الكثرة على الدائرة اللونية ومتساوية الشدة ، وقد هدىء التباين بينها إلى أقصى حد .

ان الوضع الذى تحتله الألوان المتوافقة فى أى تكوين كان ، يمكن أن يختلف بشرط أن تأخذ الألوان الوسيطة أماكنها الصحيحة . فى أى تكوين



زخرفي، فإن مجموعة مكونة من ثلاثة ألوان متوافقة يمكن أن تتكرر بحيث يلعب اللون الوسيط دوره كخلفية لكلا اللونين .

وإن في هذا المجال آفاقا واسعة لإكتشاف توافقات جديدة يمكن أن يحصل عليها الباحث ببصريته. وإن هذه الدراسة هي رأس المال لكل المشتغلين بمسائل اللون .

**توافق الألوان غير قابل للفساد باختلاف مسافة الرؤية :**

وأخيرا ننوه إلى أن جمال تكوين لوني أحسن توافقه يبقى دون أن يفقد تأثيره مهما بعدت المسافة بين عين الرائي واللوحة. وعلى النقيض فإن التكوينات الرديئة تأخذ مظهرا كدرا كلما زادت هذه المسافة ، كما وأن بريق الألوان يضعف حتى ينعدم تدريجيا .

وأخيرا قد ذكرنا في أول هذا الباب أن قوانين التوافق تستقل عما هو فردي، ونضيف الآن أنه توجد عوامل لها تأثيرها الكبير على توافق الألوان :

١ - فالتوافق اللوني ليس نتيجة اختيار الوان فحسب، ولكنه عملية تنظيم لها . فإعادة ترتيب الألوان يمكن أن تصبح مقبولة أو منفرة للذوق .

٢ - أن المساحة كالتنظيم تؤثر أيضا في مظهر اللون. وإن توافق مجموعة لونية يمكن أن يفقدها هذا التوافق أو على الأقل يصنع إعجابنا بها لو زادت أو نقصت المساحات المنتشرة عليها ألوانها .

٣ - إن النسيج Texture ولو أنه ليس خاصية لونية، إلا أنه يلعب دورا فعالا في التوافق. ففي فن المعمار والتصميم الداخلي إذا ما استخدمت خامات ذات نسيج غير متلائم مع المجموعة فلإنها تسبب نفورا رغم توافق الألوان المستخدمة .

# الباب العاشر

## القيم التشكيلية للالوان

بعد دراستنا لتوافق الالوان نتقل لبحث التأثيرات والقيم المرتبطة بكل لون ، إذ أن المعرفة بها تحدد لنا الطريق الصحيح نحو إستعمالاته في الحياة العملية .

ويرتبط اللون بتأثيرات رئيسية ثلاث :

- ١ - تأثيرات ذات قيم تشكيلية تختص ببحث الزوايا التي تتعلق بعلم الجمال.
- ٢ - تأثيرات سيكولوجية تختص ببحث تأثير اللون على نفسية الإنسان.
- ٣ - تأثيرات فسيولوجية تختص ببحث تأثير اللون على جسم الإنسان .

وسنخصص هذا الباب لبحث القيم التشكيلية للون ونقوم ببحث التأثيرات السيكولوجية والفسيولوجية في البابين القادمين .

يجدر بنا أولاً أن نوضح أن التأثيرات اللونية التي تسجلها العين غالباً ما يحدث لها تغيرات عميقة ناتجة عن الضوء الذي يغمرها والذي يسمح بإدراكها وتحديد تأثيرها . إن مرجع هذه التغيرات بخلاف ما يتبع عن تجاور الالوان مع بعضها ، الذي ذكرناه في الباب الثامن ، فإن ظاهرة الانعكاس للضوء لها تأثير كبير في تغير مظهر اللون .

ظاهرة الانعكاس :

إذا قابلت أشعة ضوئية سطحاً لامعاً فإن الأغلبية العظمى من الضوء ترد ثانياً في إتجاه واحد ، ويقال في هذه الحالة إن الضوء انعكس انعكاساً منتظماً

على السطح اللامع . أما إذا كان السطح غير لامع فانه يعكس أشعة الضوء في جميع الاتجاهات بلون يتأثر إلى حد ما بلون السطح المضاء . وفي هذه الحالة يعرف بالانعكاس المستطير .

فسطح مدهون بالأبيض غير اللامع لا يفقد قيمته التشكيلية وجماله بالإضاءات القوية ، إذ أنه يعكس في جميع الاتجاهات كل الأشعة التي يستقبلها وتظهر حيويته في جميع أجزائه . كما يحدد الظل عليه بلون متدرج نتيجة الانعكاسات .

وبخلاف ذلك إذا ما دهن هذا السطح الأبيض اللامع وأضيء فإنه يصبح كالمرآة ويعكس صور الأشياء التي أمامه . فبدلاً من أن يأخذ رونقه فإنه يفقد جزءاً كبيراً من قيمته الجمالية ومن تجانس مظهره . إن الظلال عليه لا تحدد بدقة ، كما وأن الضوء الواقع عليه يكسبه لمعانا يفقده شكله وجماله .

أما السطح المدهون بالأسود غير اللامع والواقع عليه ضوء شديد فلا يظهر عليه أى أثر للانعكاس ، بل يظهر خاملاً من جميع التأثيرات الخارجية ، ولا يحدث له أى تغير أو تحول في لونه نتيجة لانعكاس الأشياء التي أمامه . نفس هذا السطح إذا ما كان لامعاً فان مظهره يضيع بفعل الصور المتعددة للأشياء القريبة منه . ويجدر ملاحظة أنه بالنسبة للسطح الأسود : سواء كان لامعاً أو غير لامع فلن تظهر عليه الظلال .

نستخلص مما تقدم أن مساحات الألوان الفاتحة غير اللامعة لا تتغير بفعل الضوء الواقع عليها ، كما وأن هذه الأسطح الفاتحة اللون تكتسب جزءاً من لون الضوء الذي يقع عليها دون أن تفقد جمالها .

أما مساحات الألوان الغامقة اللامعة فإنها تتغير بشدة فتفقد شكلها ، إذ أنها تعكس بقوة صور الأشياء التي أمامها .

وعليه فإن الأسطح الخارجية المعرضة للإضاءة الشديدة تجد حلها الموفق بأن تكون فاتحة وغير لامعة . فتوافر هاتين الصفتين يسمح بأحسن الحلول التشكيلية للألوان المستعملة ، كما تضمنى رواء كاملاً للأسطح التي تغطيها ، وسواء في منطقة الظل أم في الضوء الشديد فتظهر عليها الظلال بشكل واضح .

أما الأسطح الغامقة غير اللامعة فبالعكس نجدها تأخذ كل قيمتها بعيدة عن الضوء الشديد . ونظراً لعدم قدرة هذه الأسطح الغامقة على الإشعاع فإنه لا يحدث لها أى تغيير . أما إذا ما كان هذا السطح لامعاً فتظهر عليه الانعكاسات . فإذا ما وضع في الواجهات الخارجية وتحت الضوء الشديد فلا يحدث له أى تجسيم طالما أن الظلال الذاتية (١) والظلال المنقولة (٢) تندمج وتختلط ببعضها .

هذه المقابلة بين الأبيض والأسود في أوضاع عكسية تسمح بوضع الأسس التي يمكن استعمال الألوان بموجبها ، سواء أكانت فاتحة أم غامقة ، لامعة أم غير لامعة — فالأبيض والأسود بإعتبارهما جوازاً يقعان في نهايتي مجموعة مواد التلوين فإن التغير في هذه الألوان يتناسب مع مقدار بعدها أو قربها عن كلا الأبيض والأسود .

فعند اختيار لون ما فإنه لزاماً علينا أن نغير اهتماماً كبيراً بصفة السطح حيث يتوقف عليها إلى حد ما الشكل النهائي الذي يظهر به لون هذا السطح تحت ضوء معين .

وإننا نذكر أن هذه الأوضاع السابقة تكون مضبوطة في حالة ما إذا كان

---

(١) الظل الذاتي : إذا قابلت أشعة الضوء جسماً معتماً أضاءت جزء من سطح الجسم المواجه لمصدر الضوء وتركت الجزء الباقي من سطح الجسم مظلاً — يقال لهذا الجزء من سطح الجسم أنه في ظل ذاتي (الظل) .

(٢) الظل المنقول : هو الظل الذي يلقيه سطح أو جسم على سطح أو جسم آخر (الخيال) .



الضوء المستعمل أبيض التكوين - كالضوء الطبيعي مثلا - أما إذا تلوّن الضوء فإن التأثيرات الناتجة تتغير . وفي هذه الحالة تحدث ظواهر مركبة تستلزم المعرفة المتخصصة لتأثير الضوء الملون .

### ظاهرة الإشعاع :

نجد أن بعض الألوان تسطع وتشع بمعنى أنها تظهر وكأنها تبرز أشعة ضوئية خارج السطح الذي تغطيه ، هذا ما يعرف بظاهرة الإشعاع أو الانتشار للون . بهذا الفعل الظاهري تؤثر بعض الألوان على الألوان المجاورة لها وتغير قليلا من كنهها . كما يحدث أن تغطي ظاهريا بعض الألوان على مساحات الألوان الأخرى . فمثلا السطح الأبيض نظرا لشدة ونورانيته فإن قوة إشعاعه تزيد من مساحته ظاهريا ، راجع شكل (٣٥) . تحدث هذه الظاهرة تبعاً لاختلاف الشدة لمجموعة الألوان حيث يطغى أحد اللونين المتجاورين على الآخر . وكلما كان اللون بقيمة فاتحة ونقى الكنه كلما ظهرت خاصية الإشعاع للون . وإذا ما كان اللون غامقا وغير نقي الكنه ، فإنه بالعكس يفقد إمكانية الإشعاع .

### القيم التشكيلية لتباين الألوان :

إن دراستنا لظاهرتي الانعكاس والإشعاع للضوء ، بالإضافة إلى ما عرفناه في الباب التاسع عن توافق الألوان ، والاختيار المنطقي للمواد الحاملة للون ، وطريقة توزيعها ، كل ذلك يؤدي إلى تعدد التأثيرات والتغيرات التي يجب وضعها في الاعتبار . فالفنان إذا ما تبصر وعرف كل الإمكانيات التي يحملها استعمال اللون ، في نفس الوقت عرف ما هي الانطباعات والتأثيرات التي تصاحب الألوان في هذه أو تلك الظروف . كل ذلك يؤدي إلى الحلول الناجحة في استعمال اللون .

في التصميم المعماري يجب أن نتجنب تجاور الألوان المتكاملة . فالتباين



الذى ينتج عنها دائماً ما يكون قوياً جداً فيعطى، شدة زائدة لكل الألوان المتضادة مما يسىء إلى الشكل والتكوين . إن النتيجة التشكيلية في هذه الأحوال يندر نجاحها، لأن رؤية مجموعة واحدة من الألوان المتكاملة إذا ما وضعت بقيم عالية فإنها تؤذى العين وتبعد الهدوء والراحة عن النفس .

إن رد الفعل لدى الناظر يتوقف كما قلنا على إتساع الأسطح الملونة وعلى إضاءتها وبالتالي على شدة اللونين المتجاورين . فإذا كان استعمال مجموعة لونية مكونة من لون أحمر وآخر أخضر أو من لون بنفسجي وآخر أصفر يمثل أقصى درجات التباين إذا كانت هذه الألوان في أقصى درجات تشبعها فإنه إذا ما قلت شدتها قل تباينها ونفورها .

كذلك بدلا من أخذ ألوان متباينة فإننا نستعمل جميع ألوان متجاورة على الدائرة اللونية أو لونين متباينين متساويي القيمة وبشدة ضعيفة أو قائمين بإضافة المادة الملونة (الأسود) ، في هذه الحالة يتولد من هذا الإستعمال إحساس أو شعور من طابع مختلف . فبدلا من إزعاج واضطراب النظر الناتج عن تباين الألوان نجد تهدئة وتميعا يمكن أن يصل في بعض الأحيان إلى إحساس مفرط في الملل يتولد عنه إجهاد أيضا للعين .

لذا فإننا ننصح برفض كل تجميع الألوان الحادة التباين ، وكذا استبعاد كل إفراط في توحيد كنه الألوان . في الحالة الأولى نصحنا بالرفض بسبب التأثير الشديد على العين ، وفي الحالة الثانية لعدم إمتلاكها طرق التأثير ، فهي لا تجلب للنفس تلك الصور المتغيرة التي هي دائماً في حاجة إليها .

القيم التشكيلية عند مزج الألوان بالأبيض والأسود :

إن الألوان الأولية والألوان الثانوية وخاصة الساخنة منها ألوان حية

وضاءة . هذه الألوان تشع بدرجات مختلفة بنشاط يؤثر على العين . وعليه فيجب أن تستعمل بحذر . ويمكن استعمالها في الأجزاء الواقعة في المستويات الأمامية البارزة من البناء ، وهذا أوفق من إستعمالها كألوان للمستويات الخلفية . وعند مزج هذه الألوان بالابيض فانها تفتح وتضعف شدتها وهكذا تهدأ ، وتصبح من الممكن احتمالها . فاللون الفاتح غير اللامع يعطى إحساساً بالاتساع والرحابة ، كما يوحي بفكرة الهدوء والسكينة . أما اللون الغامق فيحدث تأثيرات عكسية ، فهو يحد الإتساع ويشيع الكآبة . وقد أظهرت التجربة أن الحجوم الداخلية الملونة بألوان فاتحة تظهر أكثر اتساعاً من نفس الحجوم إذا ما لونت بألوان غامقة .

وكذلك اللوحة التي تغلب فيها الألوان الفاتحة تظهر وكأنها أكبر من مساحتها . كما أنه إذا ما استعملت في لوحة واحدة عدة ألوان في مساحات متساوية فإن مساحة اللون الاصفر تظهر أكبر من مساحة اللون البرتقالي وإن مساحة اللون البرتقالي تظهر أكبر من مساحة اللون الأحمر ، وبالمثل فإن مساحة اللون الأزرق تظهر أكبر من مساحة الاسود (راجع ظاهرة الاشعاع شكل ٣٥) .

أما إذا مزجت الألوان الأولية بالأسود فإنها تغم وتفق نورانيتها ، فإذا حققت توافقاً في تكوين لوني فيمكن إستعمالها مع مراعاة أن الزيادة في إضافة الأسود تؤدي إلى إخفاء الكنه الاصلى للون وتعطى رمادياً غير حيادي في النهاية .

#### التأثير المنظوري للألوان :

إن سطحاً ما ، أصفر اللون تحسه العين ويظهر على بعده الحقيقي في حين أن الأخضر والأزرق والبنفسجي تظهر مبتعدة أى تظهر وكأنها ترتد : أما

الأحمر فيقترب من العين ظاهريا أى تظهر وكأنها تتقدم . هذا ما يطلق عليه (التأثير المنظورى للألوان) ويقصد به ردود الافعال التى تحدث الإحساسات بالبعد أو القرب عن سطح ملون .

وعليه . فطالما أن الاشكال الملونة باللون الاصفر . تظهر وكأنها تسمح بالتقدير المضبوط للمسافات . فأى تكوين باللون الأصفر يكون مرئيا فى حدود المسافة الحقيقية بينه وبين الراى . مثال ذلك أعمدة المعابد البوريك الاغريقية التى كانت باللون (الاصفر ocre ) فى حين أنه إذا كانت قد دهنت باللون الأحمر مثلا فان إستيعاب شكلها يكون غير سهل بسبب الإشعاع الناتج من هذا اللون الساطع .

اللون قيمة إحياء للأسطح .

إن دراسة فن العمارة فى الأزمان الماضية لتظهر ذات فائدة كبيرة لما كشفت عنه من عدد لا نهائى من الأمثلة التى أخذ فيها اللون مكانا هاما وأشكالا مختلفة . فى الشرق القديم على وجه الخصوص اعتبر اللون عنصر إحياء بدرجة عالية للأسطح والكتل المعمارية . كما اعتبر كعامل إظهار لغنى الأشكال . وسواء استعمل اللون فى الواجهات الخارجية أم فى الداخل فإننا نجد له تطبيقات متعددة فى نتائجها الجمالية تنبثق من اختلاف طرق استعمال اللون والمكان المخصص له . فمقتضى الربط والتآلف فى استعمال اللون فإن الفنان يستطيع كل مرة أن يجد الحل الموفق المبتكر .

فتارة يدخل اللون لتأكيد سطح أو كتلة بناء . أو لتوحيد مظهرها أو لإبراز المبنى عما يجاوره . وتارة لإحداث تأكيدات محلية تظهر بعض الخطوط أو المسطحات .

ولا يمكن أن ننسى دور الطقس الذى ربما يكون عاملا هاما فى إختيار

اللون. ففي البلاد ذات الضوء القوي والطقس المعتدل والأمطار القليلة فإن هذه الظروف تكون مواتية لتدخل الألوان ، إما على هيئة مواد طلاء ، أو مواد تكسية للواجهات الخارجية . أما في البلاد ذات الطقس المتغير فإن استعمال اللون في الواجهات الخارجية ربما يفقد بسرعة كل تشعه وقيمتة الجمالية . أما في الداخل فيمكن استعمال اللون بصرف النظر عن الطقس الخارجى إذا ما استلزم الأمر لإظهار الغنى والحيوية .

وبمتابعة بحث حالات استعمال اللون توجد ظروف أخرى تقود الفنان إلى استعمال أو رفض الألوان ، إذ أنه من الضروري تطبيق مسبب يبرر استعمال اللون . فمثلاً يجب أن تتسم المباني العامة ببساطة المظهر التي تقود في أغلب الحالات إلى الرفض التام لكل تأثير مغالى للون، إذ غالباً ما يحمل اللون الصارخ نوعاً من عدم الجدية الذي لا يلائم المباني العامة ولا يتفق مع البيئة المحيطة في المدن، حيث يستوعب الشارع الواحد أو الميدان العام وحدة في المظهر حتى ولو اختلفت الأشكال . فكأن كل حالة تتطلب بحثاً منطقياً للظروف التي يستغل فيها اللون ، ويتطلب ذلك من الفنان الملاحظة الدقيقة للظروف الخاصة لاستعماله، والمعرفة والدراية التامة بالتأثيرات المختلفة التي يصطحبها . كما يجب ملاحظة أن اللون لا يمكن فصله عن تأثير نسج المادة وأن الضوء هو واهب الحياة للأسطح .

### أمثلة لاستعمال اللون عبر التاريخ :

إنه للتوصل إلى استنباط الطرق المختلفة لاستعمال اللون في فن العمارة فقد اخترنا عدة أمثلة مميزة مأخوذة من عهود مختلفة استعمل فيها اللون كعنصر تشكيل فحقق فيها جمالية فائقة .

فنحن لا ندعى هنا عمل عرض شامل لمختلف وسائل استعمال اللون ، بل



هدفنا من هذه الأمثلة استنباط المميزات الأكثر وضوحا ، وشرح الطرق المختلفة لاستعمال اللون ، سواء في الواجهات الخارجية أو في الداخل .

١ : فني الواجهات الخارجية : كان استعمال اللون عند المعماريين الإغريق في العصر الدوري لا يمكن إغفاله . فقد استعين باللون لترقيق مظهر التفاصيل وتجسيم البروزات وتصحيح التأثيرات المنظورية بأحداث الأعماق والأبعاد والإيحاء بالإمتداد . كما استعملوا اللون ليصححوا قيم الأسطح أو لتخفيف تأثير الخلفيات ، أو ليقالوا من أهمية الظلال المنقولة الضارة بالتأثير العام ، بسبب شدتها ، حتى تظهر الأشكال بالوضع الملائم . ولم يوزع المعماري الإغريقي اللون بانتظام على مجموعة كتل أو مسطحات المبنى . كما لم يستعمل اللون إلا إذا كان تدخله لا يمكن الإستغناء عنه سواء لتقوية أو تهدئة تأثير ما ، أو لتكملة هذا التأثير . ولتحقيق هذا الهدف حدودا أماكن استعمال اللون على الأجزاء الثانوية فقط ، فاللون في العمارة الإغريقية لم يتدخل أبدا بطريقة فعالة بالنسبة لعناصر التشييد . وقد ساعدتهم في ذلك معرفتهم الفطرية للخواص الفسيولوجية للألوان وقوانين علم المنظور .

وهكذا يظهر بوضوح استعمال اللون في جميع المعابد الإغريقية وبالأخص في معبد (يوجين Egin) ومعبد البارثينون Parthenon بأثينا .

وأنه بفضل بعض الآثار القديمة المتبقية حتى الآن أمكن لعلماء الآثار أن ينجحوا في إعادة تكوين مجموعة الألوان التي استعملت والمناطق التي وضعت فيها والدور المقروض لها .

ففي معبد (يوجين Egin) كانت واجهة القرنتون وكذا التريجليفات باللون الأزرق ، ولونت أبدان الأعمدة بالأصفر ocre والتكنه بالأحمر ،



أما الحوائط الخلفية للأروقة (حوائط صالة المعبد) فباللون البني الغامق المائل للإحمرار . وأنه في حين سمحت الألوان الزرقاء بإظهار الخط الخارجى للمائيل بالفرنثون فإنها أبعدت وعمقت السطح الحامل لها ، أما اللون الأحمر بجزء التكنة فإنه بقيمته المشبعة نجده يزيد من الإحساس بالفراغ بين حائط صالة المعبد والأعمدة أمامه . كما يخفف اللون الأحمر من حدة الظلال الواقعة على هذا الجزء من المبنى . أما اللون الأصفر لأعمدة الواجهات فإنه أكسبها دقة ووضوحاً في الشكل فأظهر الخط الخارجى لها بوضوح وذلك لتباينه مع اللون الغامق للحائط البني اللون التى ظهرت كخلفية لها . إن الألوان جميعها كانت غير لامعة . كما حددت شدة وكنه اللون لكل جزء في المبنى بحسب مدى المساهمة التى يستطيع أن يقوم بها اللون في المجموعة كلها وبحسب توجيه المبنى واتجاه الضوء . فكانت الألوان فاتحة ومشبعة نسبياً في الضوء ، أما في مناطق الظل حيث المستويات الخلفية فكانت جميعها غامقة وغير صارخة .

أما الأسس التى استعملت في المباني الإيطالية في العصور الوسطى الأولى ما قبل القرن الثالث عشر ميلادى فنجدها تحتوى تقاليد أصيلة في الطابع منذ عهد الرومان . فقد استعمل المعمارىون الرخام بوفرة مع تأكيد بعض الخطوط الإنشائية بمداميك من الحجارة الملونة ، ولم يترددوا في أن يستعملوا هذا المبدأ على مجموعة أسطح المبنى وأن يغطوها بأشكال هندسية ملونة بطريقة التطعيم marqueterie . كما انتشر استعمال العناصر الزخرفية المنتظمة بطريقة أضعفت إلى حد ما التعبير التشكيلى للأجزاء الإنشائية الحاملة . ولو أن رقة استعمال اللون وعدم المغالاة وجودة المواد المستعملة قد عوضت نقص التوزيع السليم .

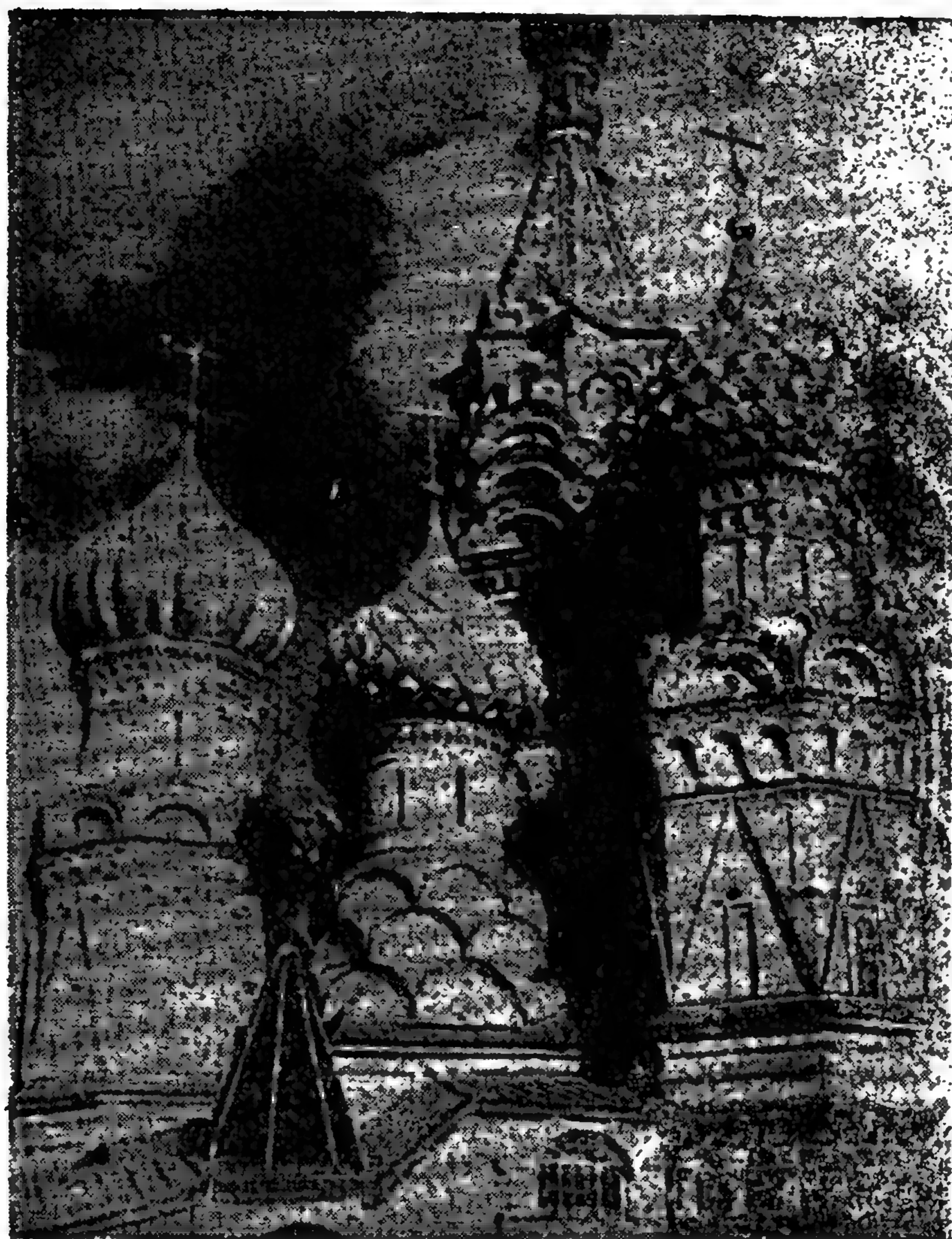
إن تعدد الألوان الذى اعتبر في أزمان معينة مساعداً هاماً وضرورياً لفن

. العماره نجده أحياناً قد امتد استعماله ليؤكد كل الخطوط الفاصلة للأسطح أو لتغليف الكتل الأساسية للبناء وتقوية تأثيرها وإعطائها قيمة أكبر ، مما نتج عنه نجاح التعبير . إن الأمثلة المميزة لهذه التطبيقات نجدها في بلاد الشرق مثل الصين وروسيا .

ففي الصين نتج التأثير التشكيلي من الإستعمال المعم لتعدد الألوان . فنجد المباني قد لونت في كل عناصرها من حوائط وأعمدة وأكتاف ، كذلك الأرضيات والأسقف . وهكذا استعمل السيراميك والمعادن والمواد الكاسية المختلفة جنباً إلى جنب . وإن هذا التجميع للمواد واختلاف ألوانها أدى إلى مظاهر شديدة الكلفة والتصنيع لواجهات المباني .

وهنا يجدر ملاحظة أن الألوان بخلاف قيمتها التشكيلية قد استعملت تحت تأثير العرف والتقاليد للدلالة على خواص المبنى . فبينما لم تظهر الطرق الإنشائية وأسس التكوين اختلافاً يذكر بين مبنى وآخر في العماره الصينية ، إذا غالباً ما تشابه مبنى المعبد مع سكن الأمير ، بصرف النظر عن المنحدرات والسلام الكبيرة المؤدية إلى مداخل المعابد ، فقد ملأ اللون هذا الدور الهام للاستدلال والتمييز بين كل نوع من المباني مع ضرورة إعطاء كل لون رمزاً متفقاً مع التراث والفكر الصيني . وهكذا نجد أن جميع قصور الأباطرة قد أخذت اللون الأصفر ، في حين أن الأزرق الغامق وأحمر دم البقر والأخضر التركوازي قد خصصت للمعابد وزخرفتها . إن معبد الشمس كان أحمر اللون ومعبد القمر رمادياً مائلاً إلى الزرقة . أما معبد السماء فقد كان أزرقاً في جميع أجزائه .

أما العماره السلافية فقد ورثت من التقاليد البيزنطية عادة تغطية الأشكال المعمارية الداخلية بالفرسك والموزيكو والتطعيم بمواد التكسيه ذات الألوان البراقة . كما أخذت من بلاد الصين فكرة تغليف الحجوم الخارجية بمواد



شكل (٤٥)



ملونة . وقد تأثرت الشعوب الروسية بالتقاليد الآتية من المناطق الجنوبية . فعلى الرغم من أن الطقس لا يساعد على حفظ وبقاء التلوينات الخارجية ، فإن هذه التلوينات المتعددة اللون قد غطت المبنى بطريقة صارخة وبألوان متنافرة . إن تغطية الأراضي بالجليد في هذه البلاد لفترة طويلة من العام يعكس ضوءاً منتشراً مسبباً زوال التجسيم لضياء الظلال على الأجسام . لذا لجأ المهندس المعماري لتأكيد الخطوط والأشكال إلى استخدام مفرط للألوان لإظهار المبنى على تلك المساحات من الأرض البيضاء . فاستعملت الألوان الخضراء الزمردية مقابلة للأحمر الطوبى والألوان الصفراء الذهبية مقابلة للأسود والرماديات والأزرق اللازوردى المرصع بالنجوم الذهبية لتغطية قباب الكنائس لكي تمنحها في الضوء المنتشر أيام الشتاء نوعاً من الخيال الأسطوري شكل (٤٥)

وكان تحت تصرف مهندسى القرون الوسطى في القرنين الثالث عشر والرابع عشر أجمل مواد البناء ، إلا أن الطقس الممطر قد جعلهم يستعملون اللون بحرص وتعقل . فبسبب غزارة الأمطار التي تغسل الواجهات وتطفىء ألوانها ، عمل المهندس المعماري على استعمالها في التجاويف وفي القبلات وتحت الكرائيش وفي بطنيات العقود . ولونت الخلفيات لتزيد من إظهار الأعمدة أمامها . وأكدت الخطوط الفاصلة لبعض الأشكال مما ساعد على تأكيد الخطوط الخارجية . ولم ترتبط الألوان إلا بالعناصر الهامة مما زاد من تقوية التأثير العام ، كما استعمل اللون في إحياء واجهات الكاتدرائيات القوطية .

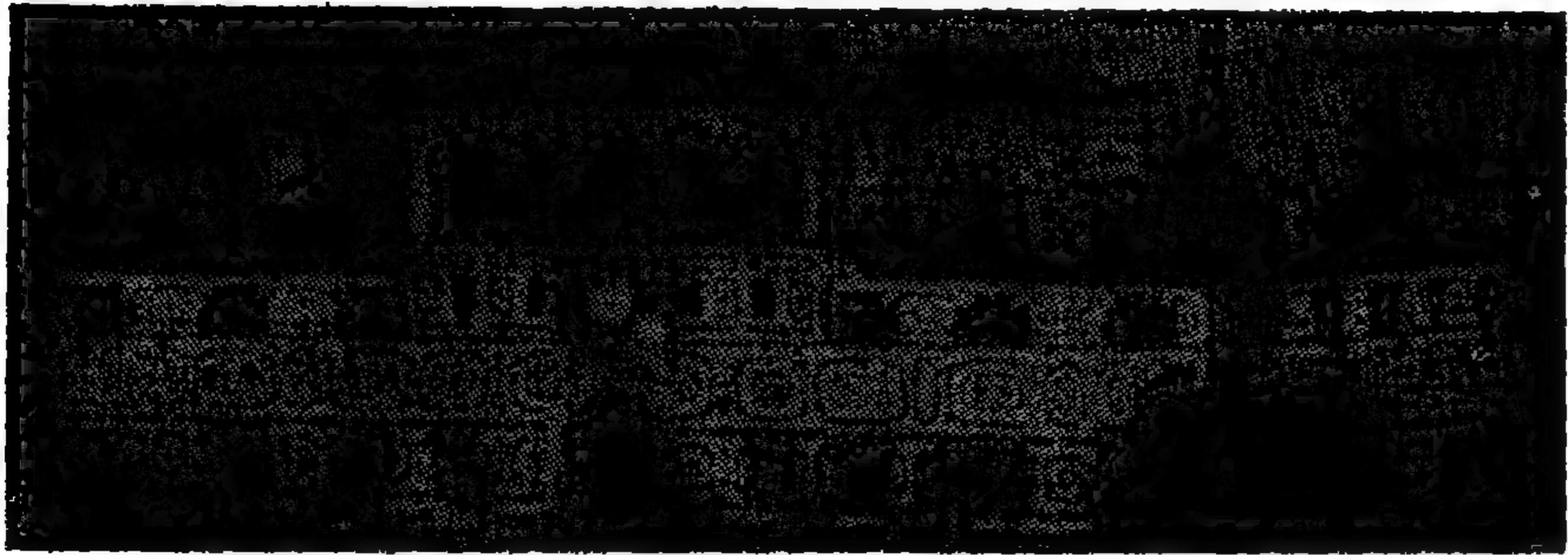
لم يشعر مهندسو العصور الوسطى بالحاجة إلى التغطية الكاملة للواجهات باللون ، ولكنهم وضعوا اللون على أجزاء منها فقط . فمثلاً في كنيسة نوتردام بباريس ، حيث الواجهة بإرتفاع سبعين متراً وعرض خمسين متراً نجد أن بطنيات عقود البوابات الثلاثة قد طليت وذهبت . كما طليت القبلات الأربعة التي تربط هذه الأبواب ، وكذا الرواق الذي يعلوها بحيث شكل

خطاً عريضاً ملوناً ومذهباً . ولم يستعمل اللون بخلاف ذلك إلا في العقود الكبيرة ذات الشبايك تحت الأبراج وكذا في الصرة المركزية التي تشع ألوانها . أما الجزء العلوي فقد ضاع مع التكوين بتركه بلون الحجارة .

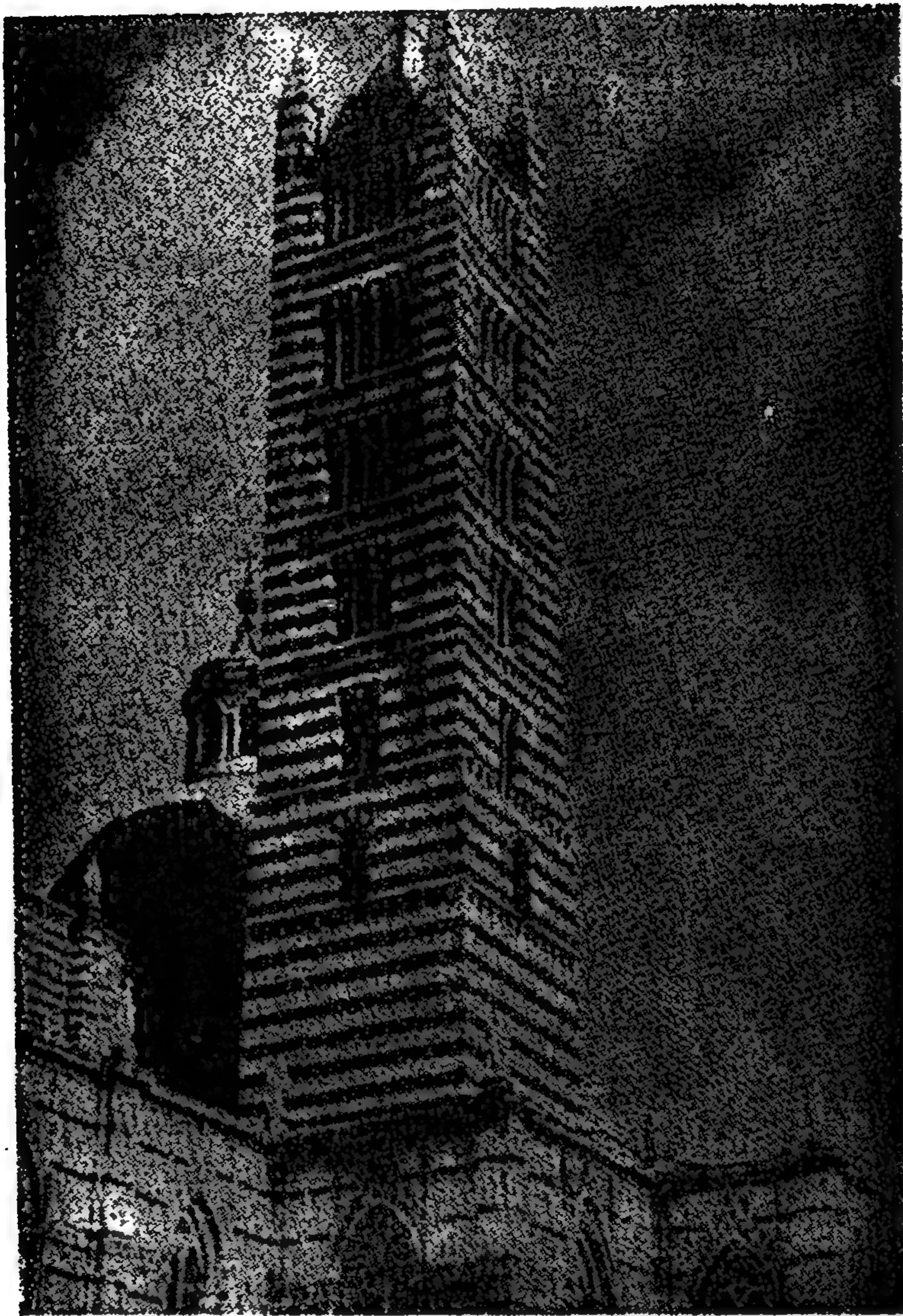
إن ظهور الذهبي والأسود في كنيسة نوتردام كعناصر ملونة رئيسية كان شيئاً مميزاً ، وأنه بمرور الزمن تعرضت هذه الأجزاء إلى تكوين أكسدة طبيعية نتج عنها تحسن مستمر لقيمتها الجمالية .

وقد استمر استعمال الأسود والذهبي بعد العمارة القوطية . فنجده بواجهات دار البلدية بمدينة بروكسل وكذا بمدينة أنفرس Anvers بلجيكا . فالمواد المذهبة تتوافق بركة مع لون الحجارة الداكنة .

أما في عصر النهضة في القرنين الخامس عشر والسادس عشر فبالرغم من الفائدة الفنية التي يمثلها تعدد الألوان ، وبالرغم من المهارة التي وزعت بها مختلف العناصر الهندسية فإن الوحدات الزخرفية قد انفصلت دون احترام للتكوين ولدور العناصر الإنشائية الحاملة .







شکل (٤٧)

وإن فيلاباميرى Palmieri شكل (٤٦) الواقعة قريبة من (فلورنسا) بإيطاليا تعتبر مثالا ناجحاً لتوزيع الأشكال الهندسية المتعددة الألوان . بينما ترى في كاتدرائية دى سين De Sienne شكل (٤٧) التى ينتشر فيها التكرار اللانهائى للخطوط العريضة الفاتحة والغامقة ، مما أدى إلى الملل الشديد ، فقد ضاعت الخطوط المعمارية بهذا التوالى فى المداميك الأفقية المؤكدة بقوة .

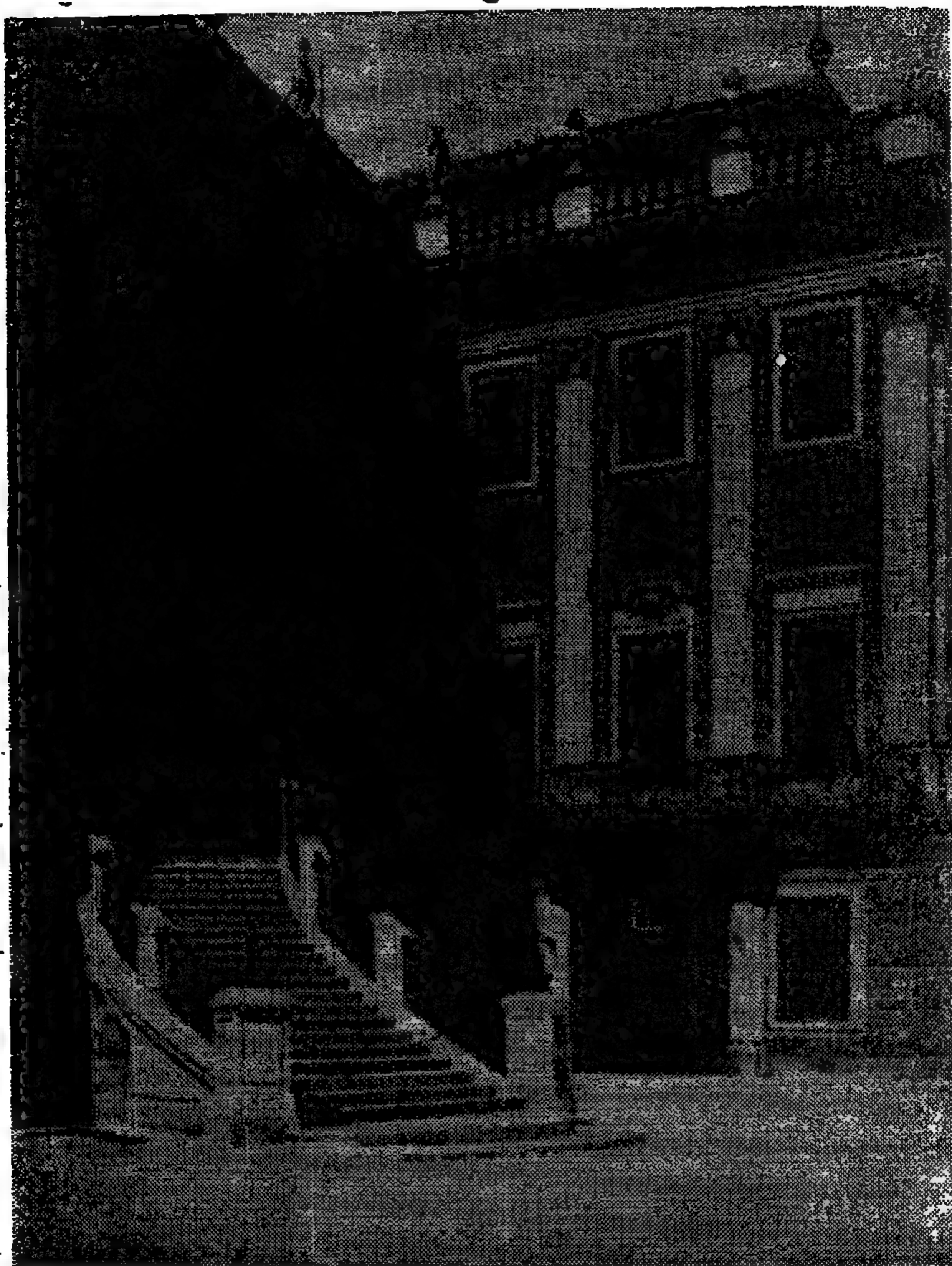
إن المهندس المعمارى لكاتدرائية دى سين قد أساء كذلك استعمال الرخام ببذخ ، إذ تفرقت الأشكال المعمارية وانفصلت نتيجة للتعصب لفكرة المغالاة فى استعمال اللون .

إن اللون قد وصل إلى درجة من النقاء والاستعمال المتوافق أثناء عصر الباروك فى القرن السادس عشر وامتد استعماله حتى زمن الإمبراطورية الفرنسية فى كل البلاد التى تندر بها الحجارة ، مما اضطرهم إلى تكسية كتلة المبنى بطلاء شكلت فيه تفاصيل معمارية وحليات . وكانت مباني أوروبا الوسطى مثل مباني أوروبا الشرقية تعطى أمثلة عديدة لهذا النوع من تعدد الألوان . ثم أن أسس توزيع درجات قيم اللون كانت دائماً واحدة فقد استعمل لون للخلفية بقيمة غامقة نسبياً حتى تبرز فوقها كل العناصر المعمارية بلون فاتح مما يزيد من بروزها وإظهارها .

و شكل (٤٨) يبين واجهة أحد القصور من عصر الإمبراطورية الفرنسية فتظهر فيه العناصر الإنشائية بلون فاتح ، أما الحوائط فبلون أغمق . فقد كانت القاعدة العامة هى استعمال لونين فقط فى الواجهات . هذا الإستعمال التقليدى للون يمثل بوضوح ملامح العمارة فى روسيا فى ذلك الوقت وامتدت إلى أوروبا الوسطى حيث استعملت هذه الطريقة لعدة قرون .

إن طريقة تلوين الواجهات المعمارية هذه لتضفى على المبنى نوعاً من





شکل (٤٨)

الفخامة إذ تسمح بتأكيد الخطوط الرئيسية في التكوين وإظهار العناصر الهامة .

ب - أما في داخل المباني : فالإلزام الذي ينتج من مراعاة المعمارى لظروف الطقس نجده ينفى . لذا يمكن استعمال المواد القيمة الرقيقة لتكسية الأسقف والحوائط والأرضيات ، فلا خوف أن تفقد مع الزمن بريقها أو لونها . فالإمكانات متاحة في هذه الحالة للحصول على توافق ثوئى بإختيار واسع للخامات .

وفي حين يتأثر اللون في الواجهات الخارجية بالضوء الطبيعى فإنه في الداخل يكتسب تأثيره تبعاً للإضاءة الصناعية التى يختارها المعمارى بهدف الحصول على إحياء هذه الأماكن الداخلية ، بمنحها أقصى تأثيرات للترافق المنطقى لمواد التكوين وألوانها حتى تكتسب القيم التشكيلية التى تبدع الجو المناسب فيها . فمشكلة نسج المادة ولونها وإضاءتها تمثل النقاط الرئيسية التى يجب بحثها . فمثلا المواد اللامعة التى لا تحقق فى الضوء الشديد قيمتها الجمالية تستعمل بنجاح فى الأماكن الداخلية حيث الظل .

إننا لنجد فى بلاد الشرق الأمثلة الأكثر توفيقاً للاستعمال الناجح للألوان فى الداخل . فمن روما ورثت بيزنطة تقاليداً على درجة عالية من العلم فى استعمال التطعيم بالرخام وكذا الموزيكو ، حيث استعملوا مع بعضها فى تكسية الأرضيات وبعض الأسطح الداخلية . كما تركت مواد التلوين واستعملت بدلا منها الأحجار النادرة المصقولة والمعادن والمينا والرخام المعرق لتكسية الحوائط وتغطية الأرضيات برسوم هندسية متعددة الألوان .

أما العمارة الإسلامية فقد استعملت الموزيكو والتطعيم بالرخام الملون لخضوعها لمقتضيات أسلوبهم الفنى فى التصميمات الداخلية . فرغما عن أن العرب قد ورثوا استعمالها عن التراث البيزنطى ، إلا أنهم حققوا قيمةً تشكيليةً إنبثقت

من صميم أفكارهم وحضارتهم . وقد إمتد نفوذهم إلى المنطقة الشمالية لحوض البحر الأبيض . فنجد عدة مباني في أسبانيا وجزيرة صقلية وشواطئ الإديراتيك بإيطاليا قد كسيت حوائطها من الداخل بالتطعيم والموزيكو ، وعمل خيال الفنانين لإبداع ترافق من مواد مختلفة الألوان كالرخام والألبستر والمعادن على درجة كبيرة من النضوج وقوة الإدراك .

ولا يمكن أن ننسى دور الزجاج المعشق ببريقه الساحر كعنصر من عناصر اللون الغنى بتأثيره الجمالى . ففى العمارة الإسلامية والقوطية لم يظهر اللون فى مساحات واسعة داخل المباني ، بل نجده داخل المساجد والكاتدرائيات قد انحصر فى تأكيدات معينة ، ولعبت الإشعاعات الضوئية النافذة إلى الداخل عبر اللوحات الزجاجية ذات الألوان الحية التى تبعث الضوء إلى الداخل بحسب قوة الإضاءة الطبيعية وتبعاً للتوقيت اليومى وحالة السماء ، ومدى نورانية قطع الزجاج المستعملة . وإن القيمة الجمالية التى يحدثها الضوء النافذ إلى الداخل لتعدد صورها طبقاً لشكل الأسطح والعناصر المعمارية التى يغمرها الضوء فى حركته الدائمة .





## الباب الحادى عشر

### التأثير السيكولوجى للون

تؤثر الألوان على النفس فتحدث فيها إحساسات ينتج عنها إهزازات بعضها يوحى بأفكار تريحنا وتطمئننا والأخرى تضطرب منها . وهكذا تستطيع الألوان أن تهيك الفرح والمرح أو الحزن والكآبة ، وسرى فيما بعد أن هذه التأثيرات ربما تتعدى مستوى التأثير السيكولوجى إلى التأثير الفسيولوجى لتدخل فى مجال التطبيقات العلاجية .

وتقسم التأثيرات السيكولوجية إلى تأثيرات مباشرة وأخرى غير مباشرة . أما التأثيرات المباشرة فهي ما تستطيع أن تظهر شيئاً ما أو تظهر تكويننا عاماً بمظهر المرح أو الحزن أو الخفة أو الثقل ، كما يمكن أن نشعرنا ببرودته أو سخونته .

أما التأثيرات الثانوية أو غير المباشرة فهي تتغير تبعاً للأشخاص، ويرجع مصدرها للترابطات العاطفية والانطباعات الموضوعية وغير الموضوعية المتولدة تلقائياً من تأثير اللون .

فاللون البرتقالى مثلاً يحدث عاطفياً الحرارة والدفء ، ويمثل موضوعياً النار وغروب الشمس التى تشع منها هذه التأثيرات السيكولوجية المعبرة عن التأجيج والإحتدام المشتعل ، وهى تلك التأثيرات المحثة المنهضة ، أما الأزرق الفاتح فيذكرنا بالسماء وبالبحر ويوحى لنا سيكولوجياً بالهدوء والسكينة .

وفى حالات أخرى تكون الهزة السيكولوجية للألوان متولدة من تمثيل الأشياء بألوان عرفت بها من قديم الزمن . فبعض درجات اللون الأخضر قد

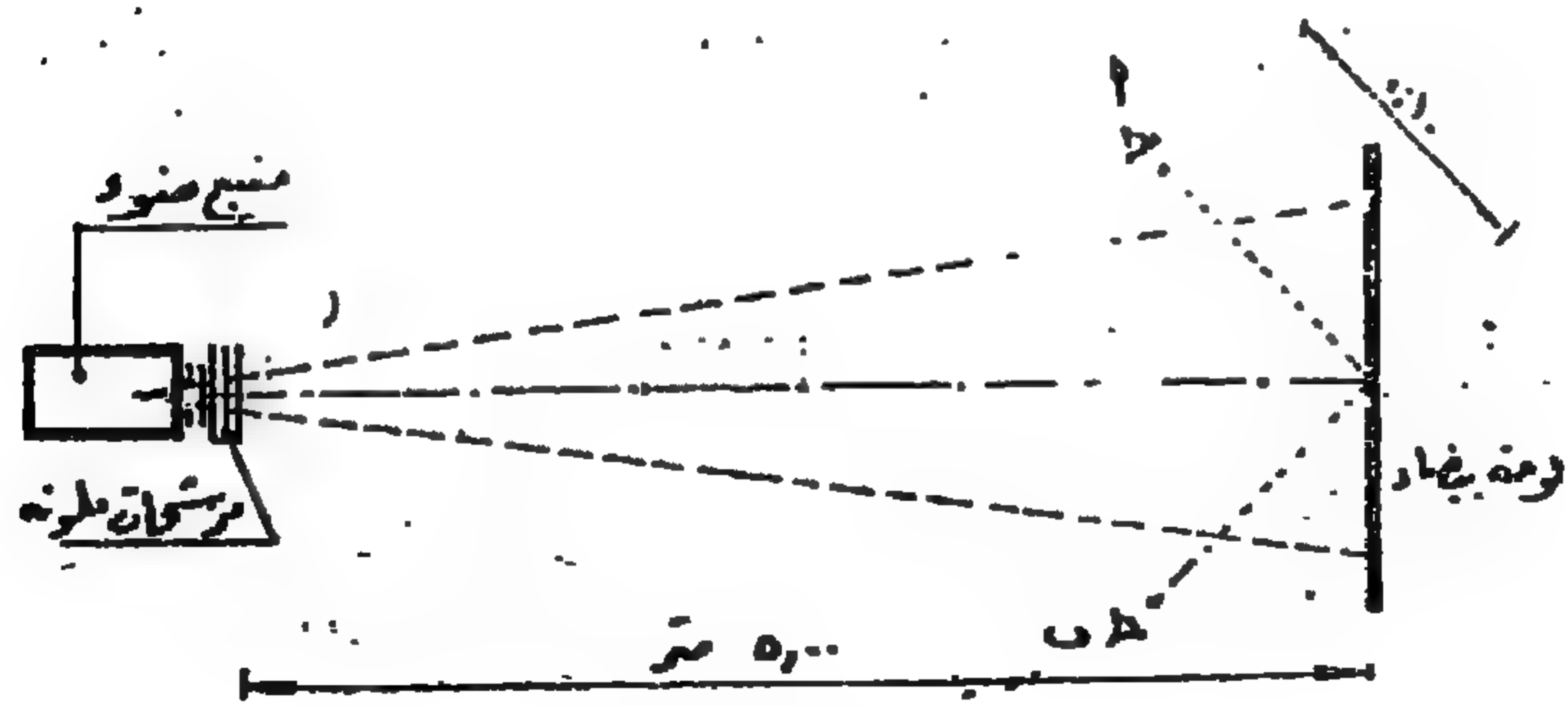
تكون ذات تأثير سيء وضار لدى بعض الأشخاص ، إذ يؤدي عندهم إلى الوهم والقلق والإضطراب ، في حين أنه يذكر البعض الآخر بالطبيعة النباتية والحياة والخصوبة . فيوحى لهم سيكولوجيا بالراحة والصبر والنمو والأمل .

#### الألوان الساخنة والألوان الباردة :

بيننا في الباب الخامس أن الألوان الساخنة هي الألوان الحمراء والبرتقالية والصفراء ، وأن الألوان الزرقاء والقرية من الزرقاء فتسمى ألوان باردة .

وقد ذكرنا أن التجارب قد برهنت أنه لا يوجد أى ارتباط بين الإحساس الفسيولوجي بالحرارة واللون ، وأنه إحساس سيكولوجي فقط خارجا عن كل التغيرات الحرارية للإنسان .

فقد حاول بعض العلماء بالولايات المتحدة الأمريكية معرفة العلاقة بين الإحساس بالحرارة واللون . فتمت التجربة على شابين في سن العشرين ، حدد مكانهما كما في شكل (٤٩) في النقطتين (أ ، ب) . وضعت أمامهما لوحة بيضاء أبعادها ٢ متر ٢٠٠ سم . أسقطت فوقها إضاءات في مساحة دائرية قطرها ١,٦٠ متر ملونة باللون الأزرق أو الأحمر أو الأبيض .



شكل (٤٩)

وقد ثبتت درجتى الحرارة والرطوبة داخل كابينة التجربة على أساس ٢٢ درجة مئوية للحرارة ، ٥٠٪ للرطوبة . وأثناء التجربة كانت تقاس

درجة حرارة الشابين ونبضهما كل عشر دقائق ، وكان كل شاب يحدد تأثيراته وانطباعاته كل خمس دقائق بالنسبة لإحساسه بالحرارة ومدى راحته . إن لون الضوء كان يتغير كل خمس عشرة دقيقة بين الأحمر ثم الأبيض ثم الأزرق . وفي بعض التجارب الأخرى كان يتغير لون الضوء بين الأحمر إلى الأزرق ثم من الأزرق إلى الأحمر . وقد رصدت نتائج هذه التجارب في منحنيات بيانية سجلت فيها درجات الحرارة ونبض القلب . أظهرت هذه المنحنيات أن الإحساس بالبرودة والحرارة موجود بوضوح ولكنه مستقل عن أى تأثير حرارى حقيقى . أى أن التأثيرات الحرارية للألوان هى تأثيرات سيكولوجية فقط وليس لها آثار فسيولوجية .

الوان مرحة أو حزينة ، ديناميكية أو ساكنة :

إذا ما كانت صفة السخونة أو البرودة للألوان معروفة لأنها سيكولوجيا محددة وظاهرة ، إلا أنه يصعب أحيانا الإقتناع بدور اللون بالنسبة للإحساسات العاطفية .

فاللون الكدر الغامق عادة ما يبعث على الملل والحزن . أما اللون الوردى الفاتح فيثير فينا الرغبة والبهجة .

ولندكر في هذا المجال أن كوبرى لندن المسمى «بلاك فريير Black Frier»

اشتهر قديما بعدد مرتكبي حوادث الإنتحار بإلقاء أنفسهم من فوقه إلى نهر التاميز . وقد وجد أن ذلك بسبب دهانه بالأسود ، إذ أن عدد اليائسين من الحياة قد إنخفض إلى الثلث عندما أعيد دهانه باللون الأخضر .

بخلاصة القول يمكننا التسليم بوجه عام بأن الألوان الفاتحة أكثر ديناميكية وإن الألوان الغامقة تبعث فينا ميلا إلى الحزن . كما وأن الألوان الساخنة محركة

ومنهم في حين أن الألوان الباردة مهدئة ومريحة .

### الوزن البصري للألوان

كذلك تختلف الألوان في تأثيرها السيكولوجي بالوزن . فالأسطح ذات الألوان الباردة الفاتحة تظهر للعين أخف وزناً وأقل أهمية ، في حين تظهر الألوان الساخنة والقائمة أكثر ثقلاً .

وإن التجربة التي سجلت في مصنع بالولايات المتحدة الأمريكية لدليل واضح على أن الصناديق المطلية باللون البني الغامق التي كان يحملها الرجال المكلفون قد ظهرت لهم أكثر خفة عندما دهنت بالأخضر الفاتح .

وفي هذا المجال نذكر أن بعض العمال قد تكررت شكاوهم من تعب بالكلية عندما كانوا ينقلون قطعاً من الأثقال مدهونة بالرمادي الغامق المائل إلى الزرقة . وقد وجد أنه قد توقفت شكاوهم عندما دهنت نفس هذه الأثقال بالرمادي اللؤلؤي الفاتح .

### الألوان وخداع النظر :

إن الألوان لها تأثير سيكولوجي يسبب خداع النظر بالنسبة للمسطحات والحجوم . فالألوان الباردة وعلى الأخص الزرقاء الفاتحة القيمة التي كما قلنا تظهر وكأنها ترتد مما تعطي تأثيراً باتساع الحيز ، في حين أن الألوان الساخنة نجدها تتقدم وتعطي تأثيراً بقصر المسافة بينها وبين الرائي وبالتالي بضيق الحيز ويمكن استغلال هذا التأثير بإحداث خداع للنظر ينتج عنه تكبير أو تصغير ظاهري للأبعاد. فمثلاً يمكننا أن نزيد الإحساس بإنساع غرفة صغيرة بطلاء حوائطها بالألوان الباردة الفاتحة . كما يمكننا جعل الحجرات الكبيرة تبدو أضيق من حقيقتها باستخدام الألوان الدافئة لطلاء حوائطها . كذلك لتحسين



مظهر صالة ضيقة وطويلة يمكننا دهان حائطها المواجه بلون أغمق من لون الحوائط الجانبية المطلية بلون بارد وفتح القيمة . كما يمكن الإحساس بزيادة ارتفاع أسقف الحجرات أو انخفاضه حسب التأثير المطلوب .

خلاصة القول إن تحديد الدور السيكولوجي للألوان يستلزم دراسة عميقة ، إذ أن هذه اللغة تخاطب العواطف والنفس برمزية قديمة قدم الإنسان . وقد حدد مؤلفون كثيرون الخواص السيكولوجية للألوان من وجهة نظر فردية، رأينا أن نذكرها . ولو أن هذه التأثيرات يمكن أن تعدل أو تتغير تبعاً لإرتباطات سابقة عاطفية عديدة .

لقد حددت مدام «ليونور كنت» Leonore Kent في كتابها

Paint Power قوة تأثير بعض الألوان مما يأتي :

اللون الأحمر : أنه لون النار والدم ، فهو يسبب الإحساس بالحرارة وإن اشعاعاته القريبة من منطقة تحت الحمراء في المجموعة الطيفية تتغلغل بعمق في أنسجة جسم الإنسان . إن اللون الأحمر يزيد من الإنفعال الثوري ، ولهذا فإنه يسبب ضغطاً دموياً قوياً وتنفساً أعمقاً إن اللون الأحمر هو لون الحيوية والحركة . فهو ذو تأثير قوى على طباع ومزاج الإنسان .

اللون البرتقالي : لون التوهج والإحتدام والإشتعال . إنه لون سطوع يوحى بالدفء ، كما يوحى بالإثارة . وقد يكون له تأثير مهدىء لبعض الأشخاص في حين يراه البعض الآخر مسبباً للتوتر .

اللون الأصفر : لون ضوء الشمس . إن التجارب السيكولوجية قد برهنت على أنه لون المزاج المعتدل والسرور . إنه مركز نورانية شديدة في مجموعة ألوان الطيف . إنه لون محرك منهض

للأعصاب ولو أن بعض الألوان الصفراء الساخنة قادرة على تهدئة بعض الحالات العصبية الشديدة ، فيستعمل أحياناً لعلاج بعض الأمراض العصبية .

اللون الأخضر : لون الطبيعة . منعش رطب مهدى يوحى بالراحة ، إذ يضيء بعض السكينة على النفس ويسمح للوقت أن يمر سريعاً ويساعد الإنسان على الصبر ، لذا فقد استعمل في معالجة بعض الأمراض العقلية مثل الهستيريا وتعب الأعصاب .

اللون الأزرق : هو لون السماء والماء ، إنه منعش شفاف يوحى بالخفة ، حالم ، قادر على خلق أجواء خيالية . إن التوتر العضلي يتناقص تحت تأثير الضوء الأزرق : لذا فهو قادر على تخفيض ضغط الدم وتهدئة نبض القلب والتنفس السريع . وفي المجال العاطفي يوحى هذا اللون بالسلام . وقد دلت التجارب أن هذا اللون أكثر الألوان تهدئة للنفس .

اللون الأرجواني : لون مهدى أيضاً . يوحى قليلاً بالحزن . من خواصه أنه رقيق ، رطب ، حالم . ونظراً لإرتفاع تكاليف تحضيره منذ العصور القديمة فقد أختير لوناً رمزاً ومعبراً عن الأبهة الملكية ، ولهذا السبب فإنه مازال يوحى بالفخامة والعظمة .

ويجدر بالملاحظة أن مدام «ليونور كنت» قد التبس عليها الأمر بين البنفسجي المهدى الرطب الذى يوحى قليلاً بالحزن والأرجواني الذى يوحى بالانتصار والعظمة والشيء الثمين .

ولقد ذكر «مارتن لانج» Martin Lang في كتابه «تحليل الشخصية عن

طريق اللون» Character Analysis Through Color الخواص السيكولوجية  
الآتية لمختلف الألوان :

الأحمر : لون قوى دافع ، حيوى ، باعث على الحيوية والنشاط .

البرتقال : لون محبب للنفس ، اجتماعى .

الأصفر : منشط للفكر ، فلسفى .

الأخضر : متفاهم ، سمح ، يدعو للثقة ، حساس .

الأزرق المخضر : حساس .

الأزرق : محافظ ، حساس ، جدى .

الأرجوانى : غامض ، مخادع .

البنى : هادىء ، ومحافظ ، مثابر .

الأبيض : طاهر .

الرمادى : هادىء ، محافظ .

إن البحث فى سيكولوجية اللون لمجال جديد يمكن أن يضاف إليه كلما تقدمت بحوث علم النفس ، إذ أن الاثر السيكولوجى للون يرتبط بالمعرفة الدقيقة لسيكولوجية الإنسان . فاذا كانت معرفتنا باللون ترجع إلى أقدم العصور فإن معرفتنا بعلم النفس يمكن أن تضيف لإستعمال اللون خبرة جديدة أكثر ملائمة للنفس البشرية .



## الباب الثاني عشر

### التأثير الفسيولوجي للون

يتعدى تأثير اللون في بعض الحالات ذلك تأثير السيكولوجي السابق ذكره إلى تأثير فسيولوجي ينتج على جزء أو مجموعة أجزاء من الجسم . فحالات الإضطراب التي تحدث من اللون الأحمر بالنسبة لبعض الأشخاص ، والتأثير المنبه للون الأصفر ، والتأثير المسكن الملطف الناتج عن اللون الأخضر هي بكل تأكيد تأثيرات فسيولوجية محضة . وهناك تأثيرات من الصعب تحديدها ، فقد رأينا الإحساس بالحرارة الذي ينتج من اللون الأحمر هو أساساً تأثير سيكولوجي ، مع ذلك فإن هذا الإحساس يترتب عليه نتائج فسيولوجية . كذلك التأثير الحسن المعروف للون البرتقالي بالنسبة لعملية الهضم عند الإنسان لاشك أن مرجعه هذا التأثير الفسيولوجي حيث يزيد العصارة المعوية . ولا يعني ذلك التوصية باستعمال الضوء البرتقالي أثناء تناول الطعام ، بل يجنب استعماله كلون ستائر أو تكسية أثاث ... فقط . إذ أجريت عدة تجارب في هذا الموضوع ، فاجتمعت عائلة مكونة من خمسة أفراد للعشاء واستعمل الضوء الأحمر البرتقالي في صالة الطعام ، وقد أظهر أفراد العائلة جميعاً ضيقاً وقلقاً خلال فترة التعود التي إمتدت إلى ثمان دقائق . ثم بدأ التعب في عيونهم بشكل ملحوظ وتبعه صداع في الرأس . ثم أصبح من الصعب عليهم تحديد لون الإضاءة المستعملة . فالظلال بدلا من لونها الرمادي ظهرت لهم خضراء غامقة . كما ظهر لهب المدفأة ضارباً للخضرة ، وبدت باقي الألوان على غير حقيقتها . فظهر الطعام بمظهر غير مقبول .

وقد تبعت التجارب السابقة الذكر تجارب أخرى استعمل فيها الضوء الأبيض أثناء الطعام ولم يستعمل الضوء البرتقالي إلا بعد الإنتهاء من الأكل



فوجد أن الوقت قد انقضى بطريقة طيبة مرضية . بذلك يتضح أن استعمال الضوء الأبيض أثناء تناول الطعام يفضل استعمال الأصواء الملونة .

يتعدى التأثير العميق للون على الانسان ذلك الإطار المحيط في المنزل حيث المعيشة ، أو المكتب والمصنع حيث العمل اليومي ، إلى الإطار الخارجى . فقد عرف منذ زمن بعيد تأثير اللون على أجسامنا . إذ ظهر الاختلاف واضحا بين الشعوب التى تعيش حيث السماء الصافية والشمس الساطعة وبين هؤلاء الذين يعيشون في بلاد الشمال حيث السماء الرمادية القائمة . إن الانسان يبحث عن البحر بمائه الزرقاء ، كما يبحث عن الريف الأخضر بتأثيره الباعث على الإتران النفسى لقضاء عطلة السوية حتى يعوض تعب الجسمانى والفكرى .

وبعكس ذلك نجد أن الأجواء الحمراء ، حتى بالنسبة للذين يحبون هذا اللون لا تشكل وسطا مناسباً للهدوء النفسى ، نظرا لقوة هذا اللون الديناميكية وتأثيره المحرك الحث . ونذكر على سبيل المثال أن معامل التصوير الفوتوغرافى بمدينة ليون بفرنسا ، التى كانت قديما تضاء بالضوء الأحمر ، كانت مركزا لمشاجرات مؤسفة بين العمال ، بما حدى بالمسؤولين إلى محاولة تطوير التصنيع بما يناسب استبدال الضوء الأحمر بالأخضر . فنتج عن ذلك أن توقفت هذه الحوادث .

كما ذكر لنا الدكتور «موريزو Morisot» حالة المصنع الذى طلبت حوائطه باللون الأحمر تلبية لرغبة أصحاب المصنع فحدث بعد أسابيع قليلة أول إضراب بين عمال المصنع .

ونذكر كذلك ما حدث في مدينة «نيوجرسى» بالولايات المتحدة الأمريكية حيث احتج أهالى حى بأكمله من طلاء واجهة مبنى باللون الأصفر المشبع مع أجزاء باللون الأحمر والأسود . وقد تضمنت الشكوى الجماعية التى قدمت

للمختصين احتجاجا من أن الصدمة التي تحدثها هذه الألوان تمثل خطرا بالنسبة للصحة النفسية والبدنية لسكان الحى .

أما الحالة الفريدة للمؤلف الموسيقار المشهور «فاجنر Wagner» الذى لم يؤلف أعماله الخالدة مالم يكن تحت الضوء الأحمر فيرجع ذلك لإنشراحه المبدع الذى بهشابه حالة التهيج الدموى .

أما التأثير الفسيولوجى للألوان بالنسبة لدوار البحر أو الجو فقد أظهرت الأبحاث أن الألوان البنية وبعض الألوان الصفراء تزيد من الرغبة للتقىء بعكس الألوان الخضراء والزرقاء .

وقد تمت دراسات حديثة بالنسبة لدور الضوء واللون فى الاماكن المغلقة كالمصانع التى بينت أسفل سطح الأرض وفى الغواصات . فقد لوحظ أنه إذا ما ترك شخص وحيد فى مكان معزول نجده يتعرض أو ينتابه الشعور بالقلق والألم النفسى الذى يختلف درجة شدته باختلاف قوة الإضاءة واللون المستعمل . وقد أدت دراسة التأثيرات الفسيولوجية للون على الكائنات الحية إلى إكتشاف المعالجة بالإشعاعات الملونة نتيجة للبحث عن إيجاد علاقات بين الظروف المحيطة ونشأة وتطور الأمراض . وفى هذا المجال ظهر الضوء واللون كعنصرين لهما تأثيرهما الكبير .

#### المعالجة بالأشعة الملونة :

عرف التأثير العلاجى للألوان منذ زمن بعيد ومازال حتى الآن مجال أبحاث عديدة مختلفة . فعلى وجه الخصوص نجد أن الضوء الأحمر قد تنبه لاستعماله أطباء القرون الوسطى سواء فى الصين أو فى أوروبا لمعالجة ممرض الجدري وأمراض حمية أخرى ذات طفح على البشرة مثل حمى الحصبة . وكذلك لمعالجة بعض الأمراض الجلدية .

كما جاء في مجلة روزا امديننا Rosa Medicina أن الطبيب John Goddesden قد كسى ابن ملك انجلترا إدوارد الثالث أثناء معالجته بقماش من الجوخ الأحمر ووضعه في حجرة كل حوائطها ومفروشاتها قرمزية اللون .

وقد خصص الدكتور H · Bouquet بضع صفحات من كتابه عن المعالجة بالأشعة الملونة . فذكر أن أطباء الامبراطور شارل الخامس قد استعملوا نفس الطريقة العلاجية السابقة الذكر لشفائه . كما قام أطباء آخرون في نهاية القرن الثامن عشر بمعالجة المصابين بالجذري بنفس هذه الطريقة العلاجية .

وبالرغم من عدم نجاح بعض المحاولات ، فقد استمر العلاج بالأشعة الحمراء حتى أيامنا هذه . وقد أوصى الطبيب Finsen أنه لكي تكون المعالجة بالضوء الأحمر ذات فاعلية يجب أن تستمر بدون انقطاع حتى الجفاف التام للطفح .

كما عولجت بعض الأمراض الجلدية كالإكزيما بحمامات الضوء الأحمر . فكانت تغطي الأجزاء المصابة بقماش من الحرير الأحمر ثم تعرض لأشعة الشمس . كما استعملت حمامات الضوء الأحمر في معالجة مرضى «النورستانيا» وهم المصابون بضعف الأعصاب بسبب اعتلال نخاع الشوكي . وقد ثبتت فاعلية هذه الأشعة الحمراء في هذه الحالة ، ليس فقط بسبب التأثيرات المسكنة الملطفة التي تنتجها على الجهاز العصبي ، بل كذلك بسبب قدرتها العالية في التوغل والدخول في جسم الإنسان . إن المعالجة بحمامات الضوء الأحمر ذات تأثير فعال بالنسبة لإفراط الإحساس الذي يمثل نقطة البداية لأغلب أمراض النورستانيا .

كما أعطت الأشعاعات الحمراء والصفراء نتائج هامة في معالجة الأطفال المتخلفين عقلياً والمصابين بفقر الدم . تظهر هذه النتائج في زيادة عدد الكرات

الحمرء مع زيادة فى الوزن وميل للنشاط والمرح .

كذلك استعملت منذ زمن قديم أضواء ملونة أخرى لمعالجة آلام الأعصاب .  
فقد أجريت فى بادىء الأمر تجارب عديدة حتى توصلوا إلى أن زوال الشعور  
بالألم ينتج من استعمال الضوء الأزرق أو البنفسجى .

وفى بداية هذا القرن أيد عدد من الأطباء الروس والألمان المعالجة بالأشعة  
الملونة . وأثبتوا دور كل من الأشعة الزرقاء والبنفسجية فى معالجة آلام الأعصاب .  
كما استعمل الضوء الأخضر فى علاج مرضى الأعصاب . فهذا الضوء  
الأخضر له تأثيره الفعال إذا ما كان المطلوب تنظيم الروح والجسد . ويجعل  
المريض مسيطرا على أفعاله . وبالطبع فانه لأسباب مماثلة قد استغل اللون  
الأخضر لمناضد لعب الورق والبليارد .

وأما عن اللون الأزرق فيستعمل على وجه الخصوص لتهديئة حالات  
الإفراط فى الإثارة والوسوسة . وقد ظهر دوره هاما فى مصحات الأمراض  
العقلية . كما استعمله بعض الأطباء فى معالجة الأرق وطرده الأفكار المتسلطة  
والتغلب على حالات التشكك وإزالة الوسوس والتشاؤم ، كما أنه يساهم فى  
تسكين وتهديئة أزمات الإثارة . ولهذه الأسباب فان اللون الأزرق محبب فى  
حجرات النوم وحجرات المستشفيات لمرضى الأفكار المزعجة المتسلطة :

وقد أعطى الدكتور «بودولسكى» Podolosky فى كتابه

Le Docteur Prescrit Le Couleur تفصيلا لطريقة المعالجة باللون . ونقل عنه

يمكننا بإيجاز تلخيص التأثير الفسيولوجى بمختلف الألوان . فقد ذكر :

أن اللون الأخضر : يمس الجهاز العصبى . إنه لون مسكن منوم ، فعال  
فى تهدئة حالات سرعة الغضب وفى حالات الأرق  
والتعب . فهو يخفض ضغط الدم . وعلى العموم يعتبر



اللون الأخضر ذو تأثير مسكن ، وأن استعماله لا يتسبب عنه أى ردود أفعال ضارة .

أما اللون الأزرق : فهو مضاد للعفونة ويقلل من فعل التقيح . ذو تأثير حسن فى علاج بعض أنواع الروماتزم . كما أنه فعال فى معالجة مرض السرطان . إن اللون الأزرق مسكن بوجه عام ، ولو أن التعرض له بكثرة يسبب بعض الوهن وإلحطاط القوى .

اللون البرتقالى : لون محث محرك يزيد طفيفاً نبضات القلب . ليس له تأثير على ضغط الدم ، ولكنه يعطى إحساساً بالراحة والمرح ، كما يساعد ويسهل حركة الهضم عند الإنسان .  
اللون الأصفر : لون منشط لخلايا الفكر ، ولذا يستعمل فى طلاء حوائط أماكن العمل . فعال فى حالات العجز الذهني . كما أنه فعال فسيولوجياً فى حالات مرض السل ، إذ أن هذا اللون مضاد لنشاط هذا المرض . كما أن بعض درجات اللون الأصفر يمكن أن تهدىء حالات عصبية معينة .

اللون الأحمر : لون ساخن مشر ، يزيد حالات الإلتهاب ، كما يزيد من الميل إلى الإثارة والغضب . قادر على التوغل داخل أنسجة ، الجسم كما يزيد من التوتر العضلى ، وبالتالي يزيد من الضغط الدموى .

اللون البنفسجى : يؤثر هذا اللون تأثيراً حسناً على القلب والرئتين ، والأوعية الدموية ، كما يزيد من مقاومة أنسجة الجسم .



## ملحق الكتاب

بيننا في الباب التاسع أنه للحصول على التوافق اللوني فقد توصل الدكتور «ارنست بفييفر» إلى ابتكار حل رياضي فصلنا أن نرجى شرحه في نهاية هذا الكتاب .

ولشرح هذه النظرية الرياضية وعلاقتها بالموسيقى نجد لزماً علينا مقدماً إعطاء تعاريف كل من المتواليات الحسابية والهندسية والتوافقية كما جاءت في علم الجبر . لذلك نقول أنه :

أولاً : لو كان لدينا ثلاثة أعداد مثل ٢، ٥، ٨ فإن هذه الأعداد الثلاثة في توالٍ عددي أو حسابي ، لأن الفرق بين كل بعددين متتاليين ثابت . فلو رمزنا لهذه الأعداد بالرموز  $a, b, c$  فإن  $b$  تسمى الوسط الحسابي أو العددي بين  $a, c$  .

$$\therefore b = \frac{a + c}{2} \quad (\text{لأن } b - a = c - b)$$

ثانياً : كذلك لو كان لدينا الأعداد الثلاثة ٢، ٦، ١٨ فإن هذه الأعداد الثلاثة في توالٍ هندسي ، لأن خارج قسمة كل عدد على ما قبله عدد ثابت . فلو رمزنا لهذه الأعداد بالرموز  $a, b, c$  فإن  $b$  تسمى الوسط الهندسي بين العددين  $a, c$  .

$$\therefore b = \sqrt{ac} \quad (\text{لأن } \frac{b}{a} = \frac{c}{b})$$

ثالثاً : لو نظرنا إلى ما ورد في (أولاً) نجد أن ٢، ٥، ٨، في توالٍ حسابي . فتكون مقلوباتها  $\frac{1}{2}, \frac{1}{5}, \frac{1}{8}$  في توالٍ توافقية أي توالٍ توافقي .

للمتوالية التوافقية بالرموز ا، ب، ح فإن ب تسمى الوسط التوافقي بين العددين ا، ح .

وجبريا تستخرج قيمة الوسط التوافقي كالآتي :

فرضنا سابقا أن ا، ب، ح في توال توافقي

∴ مقلوباتها  $\frac{1}{ا}$  ،  $\frac{1}{ب}$  ،  $\frac{1}{ح}$  في توال حسابي

$$\therefore \frac{\frac{1}{ا} + \frac{1}{ح}}{2} = \frac{1}{ب}$$

$$\therefore \frac{\frac{ا + ح}{ا ح}}{2} = \frac{1}{ب}$$

$$\therefore \frac{ا + ح}{2 ا ح} = \frac{2}{ا + ح} = \frac{1}{ب}$$

وسنرى فيما بعد أن هذه القاعدة الجبرية سوف تستغل في المزج التوافقي للألوان .

أما في الموسيقى فإن أطوال وتر مهتز : عندما تعطى الثلاث نوتات المكونة للتألف المتوافق دو ، مى ، صول فأننا نجد أنها تتناسب بحيث أن طول مى يكون وسط توافقي بين طول دو ، صول .

أى أن طول دو ، طول مى ، طول صول في توال توافقي

∴ مقلوباتها تكون في توال حسابي .

$$\therefore \frac{\frac{1}{\text{طول صول}} + \frac{1}{\text{طول دو}}}{2} = \frac{1}{\text{طول م}}.$$

$$\therefore \frac{1}{\text{طول صول}} + \frac{1}{\text{طول دو}} = \frac{2}{\text{طول م}}.$$

وطالما أن تردد الأوتار يتناسب تناسبا عكسيا مع أطوالها ، فإن تردد م يكون وسطا حسابيا بين تردد كل من دو ، صول .

فاذا رمزنا لكل من دو ، م ، صول بالرموز ا ، ب ، ج على التوالي ، فإن القاعدة السابقة يمكن كتابتها كالآتي :

$$\frac{1}{ج} + \frac{1}{ا} = \frac{2}{ب}$$

$$\therefore \frac{ج + ا}{ج ا} = \frac{2}{ب}$$

$$\therefore \frac{ج + ا}{ج ا} = \frac{ب}{ج ا}$$

$$\therefore \frac{ج + ا}{ج ا} = \frac{ب}{ج ا}$$

ومنه يتضح أن الوسط التوافقي في الموسيقى يطابق نفس قانون التوافق الجبري . وسنرى أن وجود الوسط التوافقي عامة ضروري لترايط الألوان كما هو ضروري لترايط الأصوات .

إذن فالمعرفة الدقيقة لتوافق الألوان يمكن أن تركز على المعادلة الجبرية السابقة ، طبقا لنظرية النسب التوافقية للعالم اليوناني « فيثاغورس » . إن أهمية هذا الكشف تذكرنا بالعالم الشهير البرت اينشتين « Albert Einstein » حيث قال « إن المعادلات الجبرية دون غيرها هي التي تكفل للروح أكبر قدر من النقاء والوضوح والأمان » .

#### الترجمات الجمالية والمتوافقة :

بمكثنا الحصول على درجات مختلفة تحتفظ بكنه لون (١) بتكرار المزيجات البصرية لنفس اللون مع الأبيض والأسود بنسب مختلفة . هذه التدرجات المتوالية الناتجة عن تكرار نفس اللون بدرجات فاتحة وغامقة تكون غير منتظمة إن لم تخضع لقانون ينظم تكوينها وتدرجها .

ويعتبر العالم « روزنثيل Rosenstiehl » أول من بحث هذه التدرجات التي أسماها التدرجات الجمالية « Gammes Esthétiques » . ولكن بالرغم من اختلاف قيم معاملات الانعكاس للون الواحد إلا أنه افترض صلاحية النسب المثوية لمعاملات الانعكاس لكل المزيجات . كذلك كان مجهول قانون اللوغاريتم لتوالي القيم . ولذا كانت تدرجاته التي كونها ليست دائما منتظمة .

(١) نقول تحتفظ بكنه لون ما ، لأننا إذا مزجنا بالخلط العادي أي لون مع الأبيض أو الأسود فربما يفسد أو يتغير كنية اللون . فمثلا بخلط اللون الأزرق البحري بالأبيض فإنه يحدث تكوين لون رديء فاتح فقد حاراة الأزرق البحري . وبالعكس إذا ما لونا قرصا نصفه باللون الأزرق البحري ونصفه بالأبيض ، فإنه بدوران القرص يحدث مزجا بصريا للأزرق البحري والأبيض يعطى لونا (أزرق بحري) فاتح جميل يحتفظ بحرارة اللون الأزرق البحري . هذه الظاهرة وهي فقدان حرارة المزيج بالخلط العادي ربما تسبب تغييرا كليا لكنه اللون . وإن المصور المتعمرن لا تهرب أبدا من الألوان ، فإنه يلجأ إلى تسخين مؤرخاته اللونية الناتجة من الخلط العادي بإضافة قليل من اللون الأحمر أو الأصفر . ولأننا نذكر أن هذا التغيير أو الفساد في كنية اللون ظاهرة بصرية بحتة وليست ناتجة عن تفاعلات كيميائية بين المواد الملونة .

في الحقيقة إن التدرجات التوافقية للألوان والأصوات تطابق نفس قانون الطبيعة : وهو التوالى بفترات لوغاريتمية متساوية .

فتطبيق القانون اللوغاريتمى للعالم فشنيـر Fechner الذى يسيطر على جميع وظائف أعضاء الحس (السمع والبصر ....) والذى ينص على «أن التأثيرات المحسوسة بأجهزة الحس تكون متناسبة مع لوغاريتم شدة الإثارة» ، نقول إن تطبيق هذا القانون يسمح بالتكوين المضبوط للتدرجات ذات الفترات المتساوية. المسماة «التدرجات التوافقية Gammes Harmoniques» .

والآن سنبين كيفية تكوين تدرج توافقى للرماديات المحصورة بين الأبيض والأسود كنموذج للعمل ، بعدها نكون التدرجات التوافقية للألوان .

تدرج قيم الرماديات المحصورة بين الأبيض والأسود :

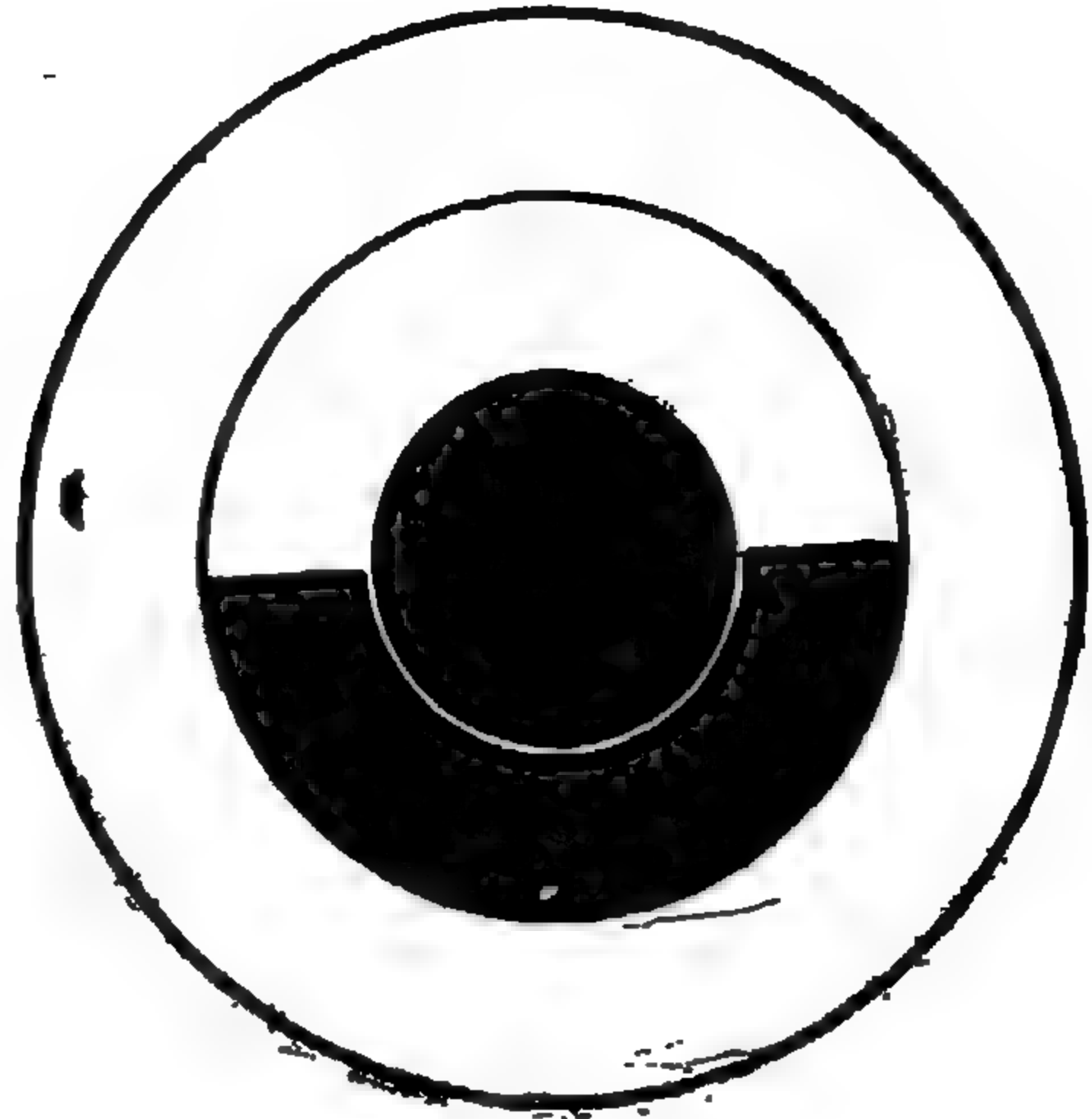
لنجرى التجربة الآتية :

نأخذ بقرص من الكرتون نصف قطره ٦ سم . بداخله ومن نفس مركزه نرسم دائرتين بنصفى قطر ٢ سم ، ٤ سم . فيتكون عندنا دائرة داخلية وحلقة متوسطة وحلقة خارجية . ندهن الدائرة الداخلية بالأسود ، والحلقة المتوسطة تدهن نصفها بالأسود والنصف الآخر بالأبيض . أما الحلقة الخارجية فتدهن بالأبيض كما فى شكل (٥٠ - أ) . بدوران القرص حول محوره نجد أن كلامن الأسود بالدائرة الداخلية والأبيض بالحلقة الخارجية يبقـى كما هو . أما على الحلقة المتوسطة فيحدث مزجا بصريا لكلا النصفين الأبيض والأسود وينتج كما فى شكل (٥٠ - ب) رماديا محايدا أفتح بكثير عما كنا نتصوره باحساسنا على أنه رماديا متوسطا بين كل من الأبيض والأسود . والسبب فى ذلك أننا مزجنا بصريا الأبيض والأسود بنسبة ٥٠٪ لكل ، وحققنا بذلك متوسطا حسابيا نتج عنه متوالية غير جمالية .



إذا ما رجعنا إلى قانون «فشنير» Fechner السابق ذكره ، نجد أنها إذن علاقة لوغاريتمية تلك التي يجب أن تحدد النسب المثوية لمزيجاتنا البصرية .

الدائرة الداخلية : تدهن بالأسود .  
الحلقة المتوسطة : نصفها بالأبيض  
والنصف الآخر بالأسود . الحلقة  
الخارجية : فتدهن بالأبيض.



شكل (٥٠-أ)

فمثلا يمكننا إيجاد النسب المثوية لرمادي متوسط بين الأبيض والأسود بحساب الوسط الحسابي للوغاريتمات معاملات الشدة الضوئية لكلا الأبيض والأسود ، بمعنى أن توالى مزيجنا البصري يشكل متوالية هندسية ، وأن أى متوالية هندسية لو استخرجنا لوغاريتماتها ، فإن هذه اللوغاريتمات تكون متوالية حسابية . (١) ويكون الوسط الذى نبحث عنه هو الوسط الحسابي لهذه اللوغاريتمات .

$$(١) \text{ وذلك لأنه لو فرضنا أن } ١ ، ب ، ج \text{ تكون متوالية هندسية ، فإن } \frac{ب}{١} = \frac{ج}{ب}$$

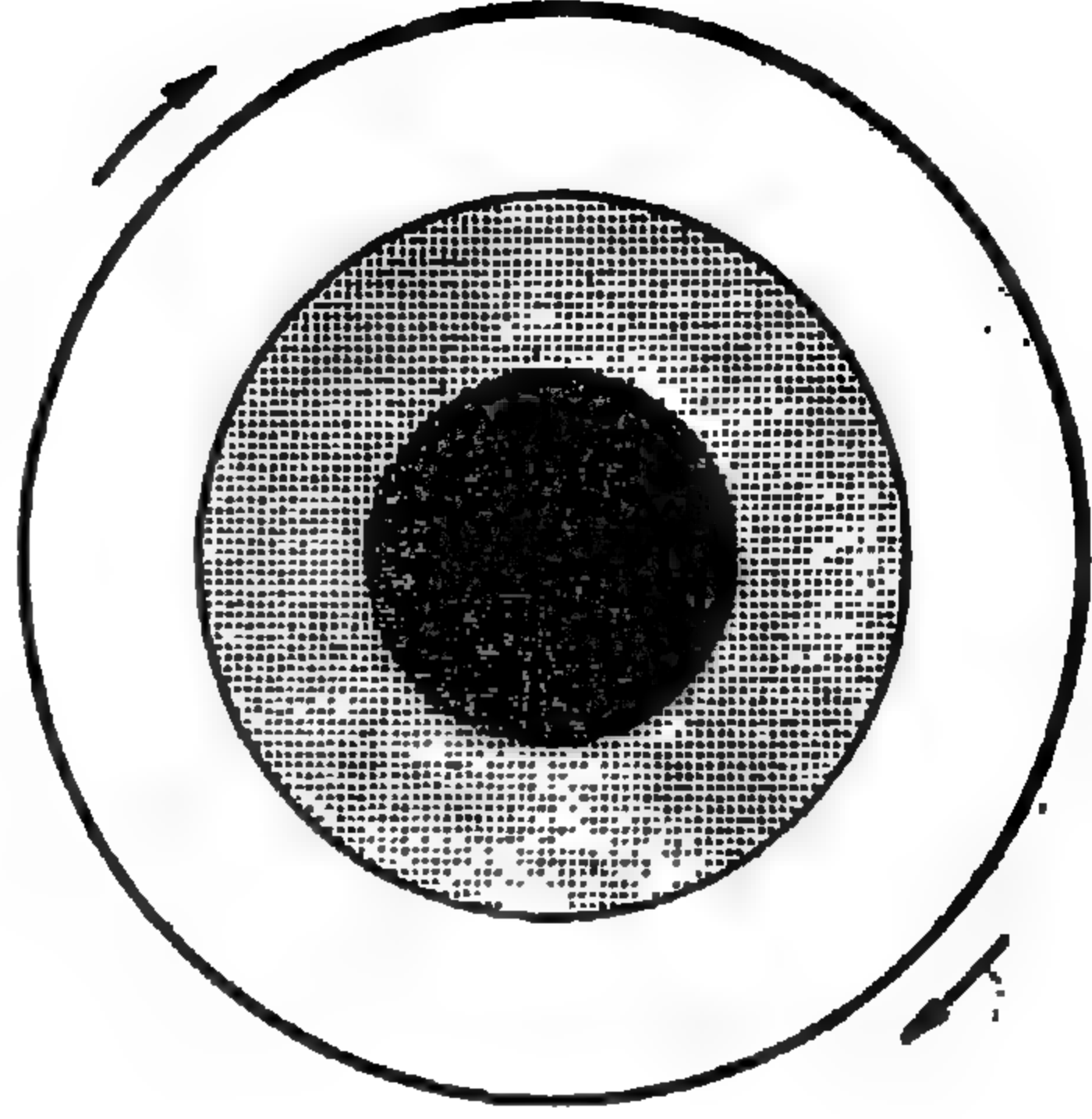
ويأخذ اللوغاريتمات لطرفي المعادلة الأخيرة نحصل على

$$\log ب - \log ١ = \log ج - \log ب$$

ومن هذه المعادلة يتضح أن لو أ ، لو ب ، لو ج تكون متوالية حسابية حيث الوسط الحسابي لها

$$\text{هو } \log ب = \frac{\log أ + \log ج}{٢}$$

بدوران القوس يظهر حل الحلقة  
المتوسطة رمادي فاتح ناتج عن المزج  
البصري للأبيض والأسود بنسبة  
٥٠٪ لكل منهما .



شكل (٥٠ - ب)

والمثال التالي يوضح هذه القاعدة.

إننا باستعمالنا مادة بيضاء (١) تعكس ٨٩٪ من الضوء الساقط عليها،  
ومادة سوداء (٢) تعكس ٤,٤٪ من الضوء الساقط عليها ، وبالكشف في  
جداول اللوغاريتمات نجد أن لوغاريتمى معامل الانعكاس هو ١,٩٥ بالنسبة  
للأبيض ، ٠,٦٤ بالنسبة للأسود .

$$\therefore \text{يكون وسطها الحسابي} = \frac{٠,٦٤ + ١,٩٥}{٢} = ١,٣٠ .$$

وبالبحث في جداول الأعداد المقابلة للوغاريتمات نجد أن ١,٣٠ هو

لوغاريتم العدد ٢٠ .

(١) المادة البيضاء المستعملة تعكس بحد أقصى ٨٩٪ من الضوء الساقط عليها . أى أن معامل  
انعكاسها ٨٩٪ . إذ أن الأبيض الكامل الذى يعكس ١٠٠٪ من الضوء الساقط عليه لا يوجد بين  
مواد التلوين المستعملة .

(٢) يستعمل الأسود الجواش إذ أنه أكثر المواد سوادا فهو يعكس ٤,٤٪ من الضوء الساقط  
عليه . وأنه لا وجود للأسود الذى لا يعكس أى نسبة من الضوء الساقط عليه .

وحتى نحصل على رمادى معامل انعكاسه ٢٠٪ فانه يجب أن يتم مزجا بصريا بين ١٨,٥٪ من الأبيض الذى يعكس ٨٩٪ مع ٨١,٥٪ من الأسود الذى يعكس ٤,٤٪ ، وذلك طبقاً للطريقة الجبرية الآتية لإستخراج مساحة كل من الأبيض والأسود على الحلقة المتوسطة من القرص .

فلو فرضنا أن مساحة هذه الحلقة = ١٠٠ .

وفرضنا أن مساحة الجزء الأسود (الذى معامل انعكاسه ٤,٤٪) = س .  
فتكون مساحة الجزء الأبيض (الذى معامل انعكاسه ٨٩٪) = (١٠٠ - س)  
وتكون المعادلة كالاتى :

معامل الانعكاس للأسود × مساحته + معامل الانعكاس للأبيض × مساحته = معامل انعكاس الرمادى المتوسط × مساحته التى تعادل مساحة الحلقة كلها .

$$\therefore ٤,٤ س + (١٠٠ - س) ٨٩ = ٢٠ \times ١٠٠ .$$

$$\therefore ٤,٤ س + ٨٩٠٠ - ٨٩ س = ٢٠٠٠ .$$

$$\therefore ٦٩٠٠ - ٨٤,٦ س .$$

$$\therefore س = \frac{٦٩٠٠}{٨٤,٦} = \frac{٩٦٠٠٠}{٨٤٦} \approx ٨١,٥ \text{ تقريبا} .$$

∴ تقسم الحلقة الوسطى للقرص إلى قسمين مساحة الجزء الأسود ٨١,٥٪ والأبيض ١٨,٥٪ على أساس أن المساحة الكلية للحلقة ١٠٠٪ .

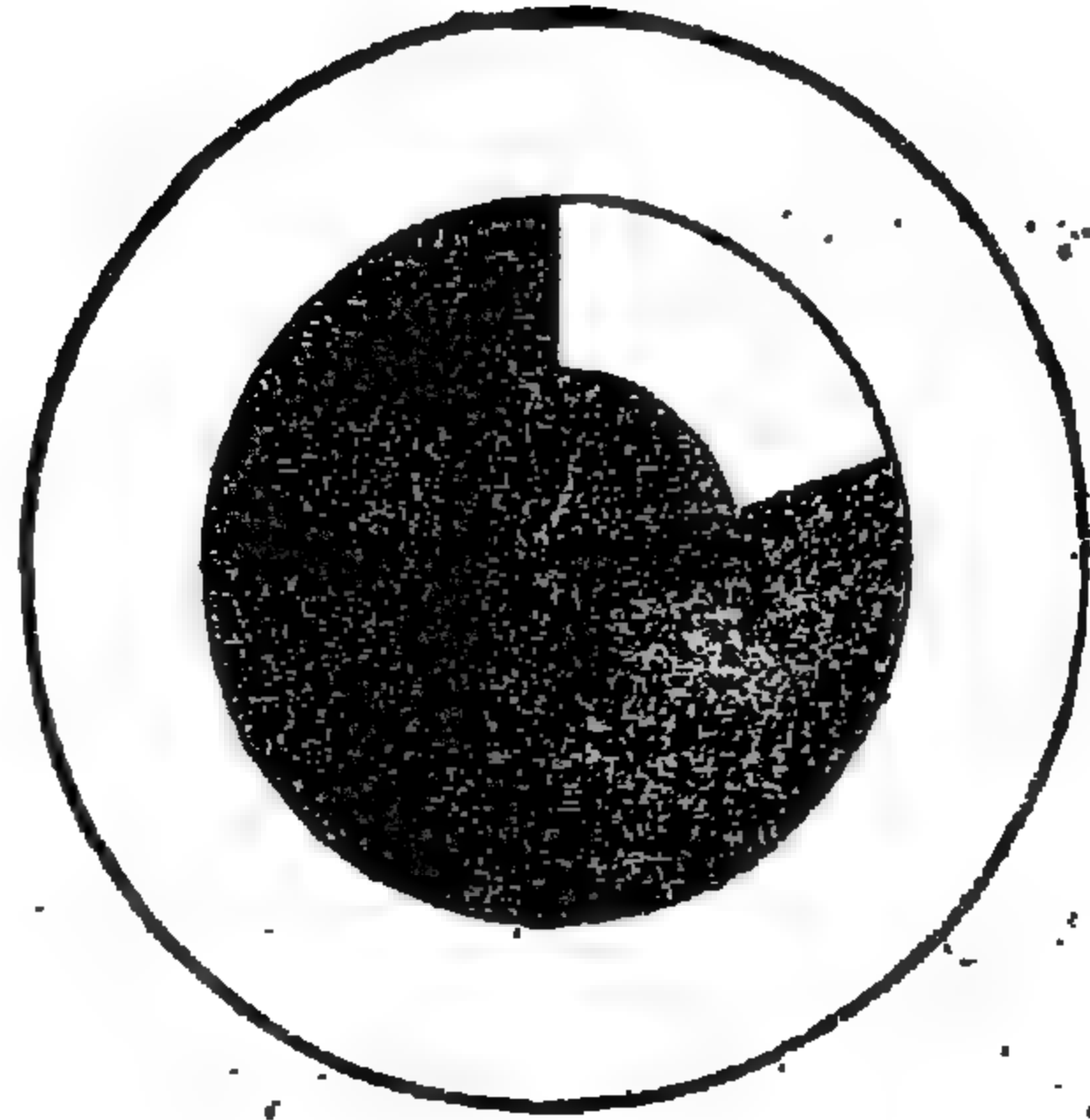
وللتحقق من ذلك نجرى التجربة الآتية :

نبدأ بأن ندهن قرصا كالسابق استعماله . فالدائرة الداخلية تدهن بالأسود والحلقة الخارجية بالأبيض ، أما الحلقة المتوسطة فتدهن بحيث تقسم مساحتها

بحسب النسبتين المثويتين ١٨,٥٪ للأبيض ، ٨١,٥٪ أسود كما بشكل (١٥١-).

فبدوران القرص حول محوره يحدث مزجا بصريا فوق الحلقة المتوسطة ينتج عنه الرمادي الصحيح المتوسط ، كما بشكل (٥١ - ب). إن فرق التدرج بين الأبيض وهذا الرمادي يمكن أن يعتبر مساويا للفرق بين نفس الرمادي والأسود .

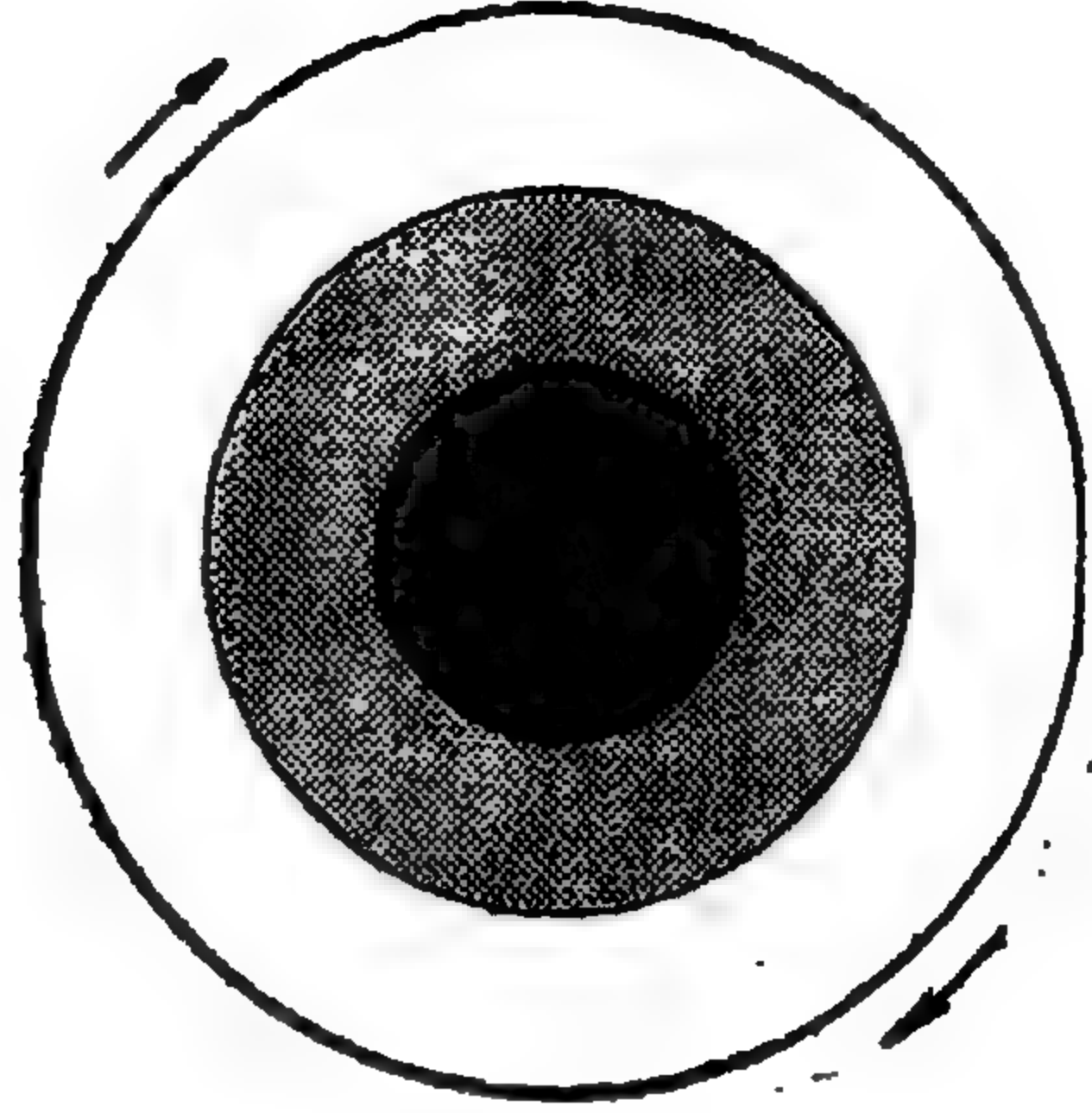
بنفس الطريقة يمكن حساب الرمادي الفاتح الواقع وسطا بين الأبيض والرمادي المتوسط الذي حصلنا عليه آنفا ، وكذا حساب الرمادي الغامق الواقع وسطا بين هذا الرمادي المتوسط والأسود .



قسمت الحلقة المتوسطة بنسبة ١٨,٥٪  
أبيض، ٨١,٥٪ أسود. هاتين النسبتين  
قد حسبنا بمقتضى قانون اللوغاريتم -  
لفشنيير .

شكل (١٥١-ب)

بدوران القرص حول محوره يظهر  
فوق الحلقة المتوسطة رماديا وسطا .



شكل (٥١ـب)

وهكذا يمكن تكرار العمل الرياضى للحصول على الرماديات الحيسادية  
المتوسطة التى تشكل فى النهاية تدرجا مضبوطا للقيم .

هذا التكوين بمقتضى الحساب اللوغارىتمى لكونه معقدا ومن الصعب  
استعماله فى الحياة العملية ، كما وأن معاملات الانعكاس للألوان لا يمكن  
قياسها إلا بالاستعانة بأجهزة كهربائية معقدة . لهذا فإننا نفضل عليها الطريقة  
التجريبية التى شرحناها سابقا ، (راجع الباب التاسع صفحة ٩٥) .

كذلك عند شرح توافق المجموعة اللونية المشتركة فى كنه لون واحد  
(راجع صفحة ١٠٤) . فقد بينا أن المزيج اللونى وهو الاصفر ocre الذى  
حضر مطابقا لنتيجة المزج البصرى لكلا مادى التلوين : الأحمر البرتقالى  
والأخضر الضارب للاصفر فإنه يمثل رباط وصل جيد بينهما ، أعنى أنه  
يلعب دور اللون الوسط الذى يحقق التوافق بين كلا اللونين .



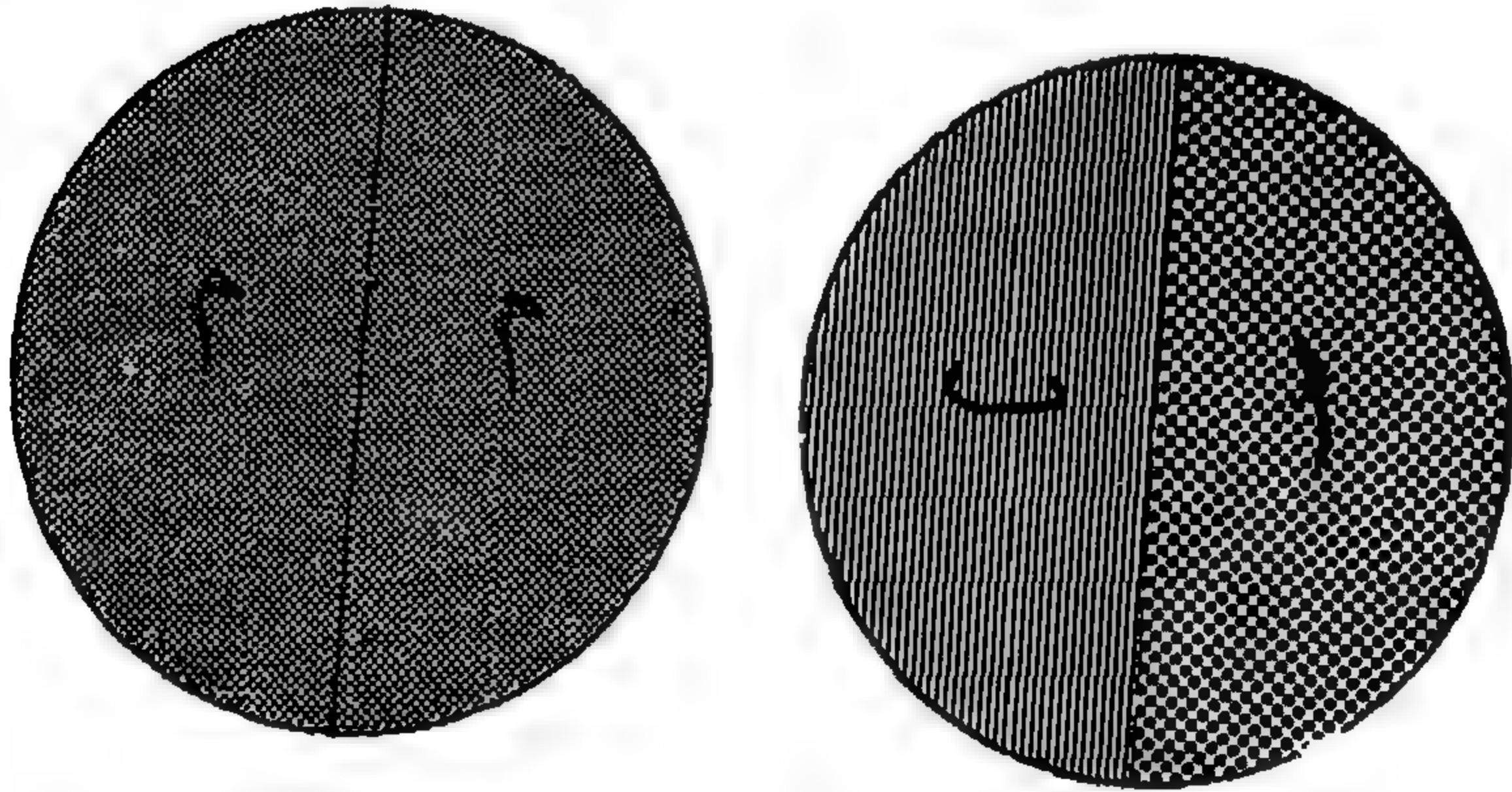
ولبرهنة ذلك رياضيا نوضح :

إنه لما كان علم الجبر هدفه تعميم علم الحساب بتمثيل الأعداد بحروف أبجدية ، فإن ا ، ب يمكن أن يمثلان لونين أيا كانا على أن يمثل الحرف م نتيجة مزجها بصريا .

لنرمز للون الأحمر البرتقالي بالحرف ا . واللون الأخضر الضارب للأصفرار بالحرف ب ، فيمثل الحرف م اللون أصفر ocre .

إنه من السهل إثبات عملنا الرياضي إذا قمنا بالتجربة الآتية :

نأتي بقرصين متساويين . نلون أحدهما بالمادة الملونة م . أما القرص الثاني فيدهن نصفه بالمادة الملونة ا ونصفه الآخر بالمادة الملونة ب . كما هو مبين بشكل ( ٥٢ - ا ) بدوران القرصين ينتج إحساسى لونين متماثلين .



شكل ( ٥٢ - أ )

أ ، ب يمثلان لونان أيا كانا  
م اللون الوسط بينهما وهو يمثل نتيجة مزجها بصريا

لنفترض أننا استطعنا اعتبار لون كل قرص أثناء دورانه «كخاضل ضرب»  
(بالمفهوم الرياضى للكلمة) لنصفي القرص المكونين له . فيكون تساوى لوني  
القرصين أثناء دورانها يشكل المعادلة اللونية لهذين القرصين :

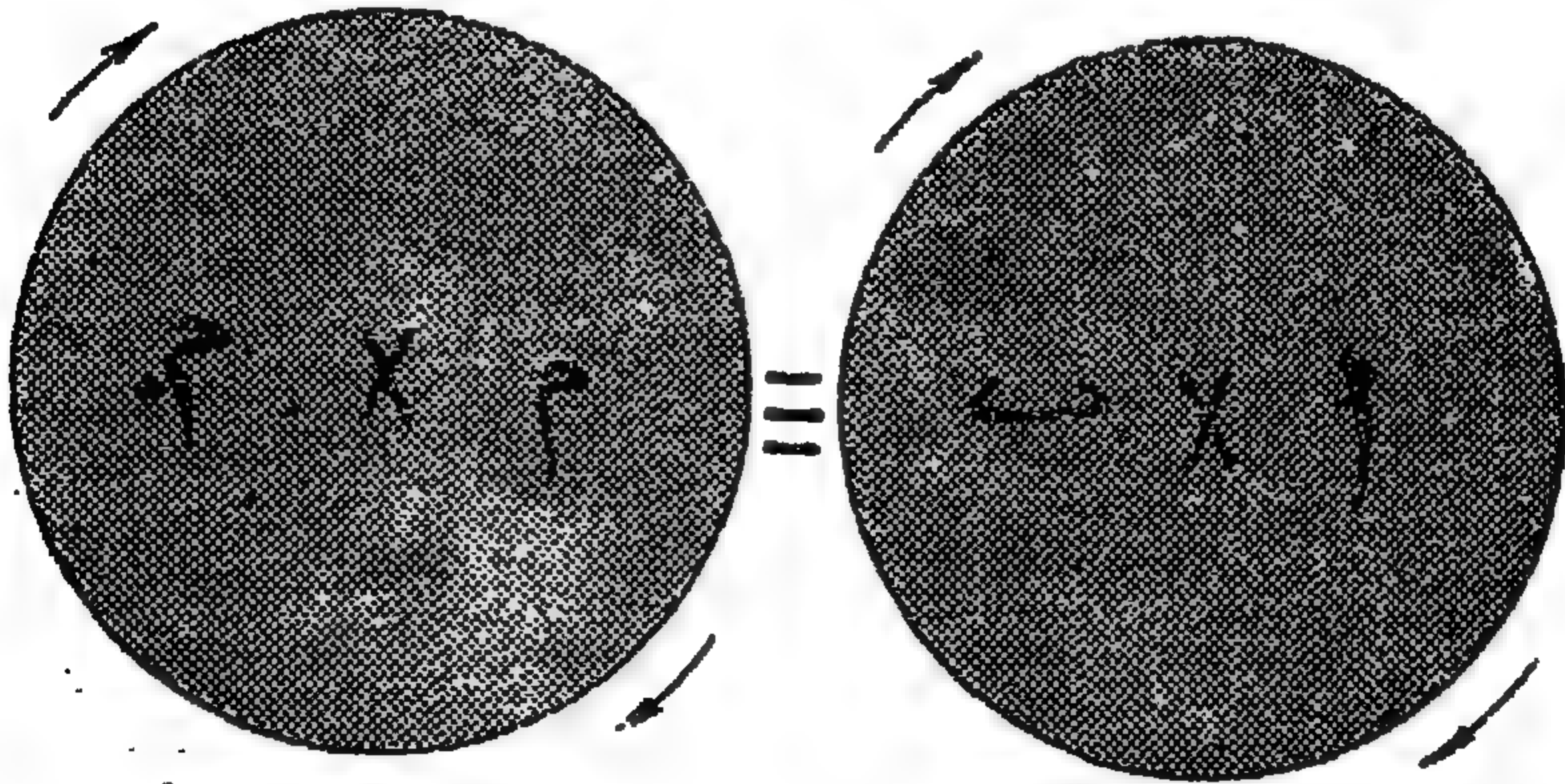
$$\text{فحاصل ضرب نصفي القرص الثنائي اللون } \mathbf{a \times b =}$$

حاصل ضرب نصفي القرص الأحادي اللون  $\mathbf{m \times m}$

ونكتب هكذا :  $\mathbf{a \times b = m^2}$  شكل (٥٢ - ب)

$$\therefore \sqrt{ab} = m$$

تمثل المادة الملونة  $\mathbf{m}$  المحضرة مطابقا للمزج البصري  $\mathbf{a \times b}$  في مجموعة  
الثلاثة ألوان  $\mathbf{a, m, b}$  وسطا هندسيا وهو الوسط التناسبي بين المادتين  
الملونتين  $\mathbf{a, b}$  ويطلق عليها «لونا وسطا» .



شكل (٥٢ - ب)

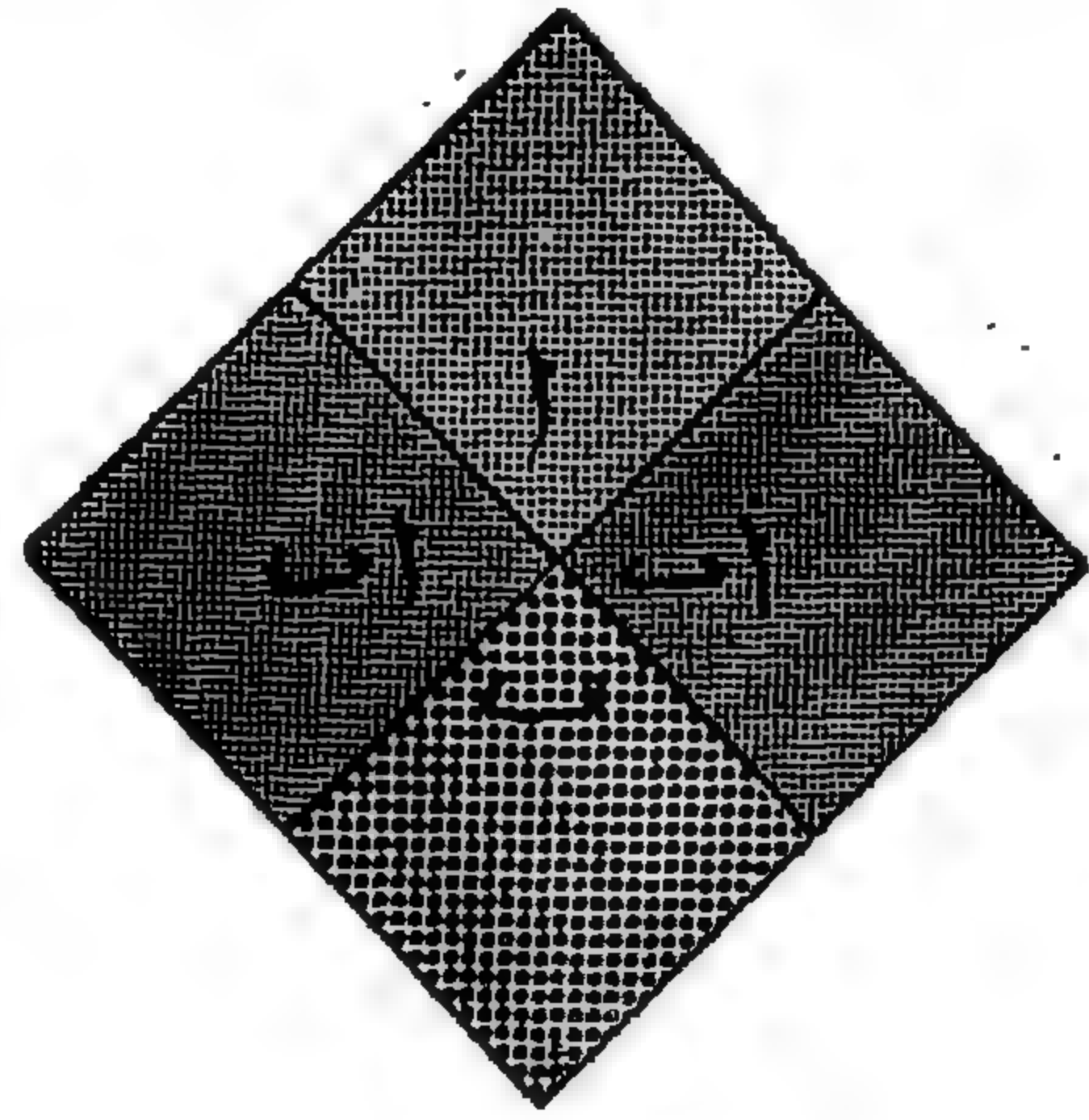
بدوران القرصين ينتج فوقها نفس الاحساس اللوني

$\mathbf{a =}$  ناتج المزج البصري لكلا اللونين  $\mathbf{a, b}$  :

$\mathbf{m^2 =}$  اللون الوسط = مزيج اللونين المحضرين مطابقا لـ لون المزج البصري  $\mathbf{a, b}$  .

إننا يمكننا أن نشكل توافق مجموعة لونية مشتركة في كنه لون واحد بالاستعانة بثلاث مربعات ملونة حيث إحداها لونا وسطا بين لوني المربعين الآخرين .

وبإضافة مربع بلون أصفر ocre على الثلاثة مربعات السابقة ونجمع الأربع مربعات الصغيرة في مربع واحد كبير (ح) بحيث يقع مربع اللون الوسط بين اللونين الآخرين فإننا نجد مجموعة الألوان متوافقة (شكل ٥٣) .



يرمز الشكل لمجموعة ألوان متوافقة  
حيث : مربعي اللون الوسط يقمان  
بين اللونين المستعملين .  
أ : يمثل اللون الأحمر البرتقالي  
ب : يمثل اللون الأخضر الصارب  
للاصفرار  
أ ب يمثل اللون الوسط بين أ، ب  
وهو لون أصفر ocre محضرا طبقا  
لنتيجة المزج البصري للونين أ، ب

شكل (٥٣)

وبمتابعة التشابه الرياضي سنبين كيف أن النسب التي تمثلها في هذه المجموعة لونا الطرفين أ ، ب واللون الوسط أ ب تطابق معادلة الوسط التوافقي . إن اللون الوسط مثل مرتين ويمكن أن يرمز له بالرمز ١ ٢ أ ب . إن النسبة بين هذه الكمية وبين المجموع أ + ب بتمثيلها لوني الطرفين وتكتب

تعطى إحساساً بصرياً يعادل نفس الإحساس الناتج من  

$$\frac{٢ أ ب}{أ + ب}$$
 المربع ح .

$$\therefore ح = \frac{٢ أ ب}{أ + ب} \quad (\text{من حيث الإحساس البصري فقط}) .$$

هذه المعادلة عرفناها فيما سبق على أنها تحدد العلاقة التوافقية . وهي معروفة جيداً في الموسيقى .

ولمّا نقدر أنه من هذه العلاقة «التوافقية» يحدث التعبير المتوافق الناتج عن عملية الإبصار بالعين .

كذلك عند شرح توافق المجموعة اللونية المتباعدة الكنه على الدائرة اللونية والمتساوية الشدة ، فقد بينا أن الرمادى الحيادى نتيجة المزج البصرى لأى لونين من هذه المجموعة يمثل اللون الوسط الذى يحقق التوافق بين كلا اللونين ولفهم تساوى شدة الألوان المتباعدة الكنه على الدائرة اللونية فلّمّا نقول : أنه لو مزج لونان منها مزجاً بصرياً بأن وضع كلا اللونين بنصفين متساويين (أى بنسبة ٥٠٪ لكل) على قرص دوار وكانت نتيجة مزجها البصرى الحيادية التامة لكلاهما فإن شدتهما تكونان متساويتين . ولتفسير ذلك نجرى التجربة الآتية بالاستعانة بالأقراص الدوارة (١) التى تحمل اسم مخترعها ، عالم الفيزياء «ماكسويل» . ولإجراء التجربة : نفصل الأقراص عن بعضها . نلون القرصين الصغيرين أحدهما بالأبيض والآخر بالأسود ، والقرصين الكبيرين أحدهما بالأصفر الليمونى والآخر بأزرق الكوبلت مثلاً . نشبك قرصى ماكسويل واضعين الأكبر فوق محور الدوران بحيث تكون مساحة الجزء الأصفر الظاهرة أقل من مساحة الأزرق . بدوران القرص يظهر تكوين بصرى مائل إلى الزرقة . نوقف الدوران ونزيد قليلاً من المساحة الصفراء ، عندئذ نرى المزج البصرى يصبح أكثر رمادية . نستمر فى تغيير كلتا المساحتين إلى أن نحصل بدوران القرص على رمادى تام . عندئذ نكون قد حصلنا على الحيادية .

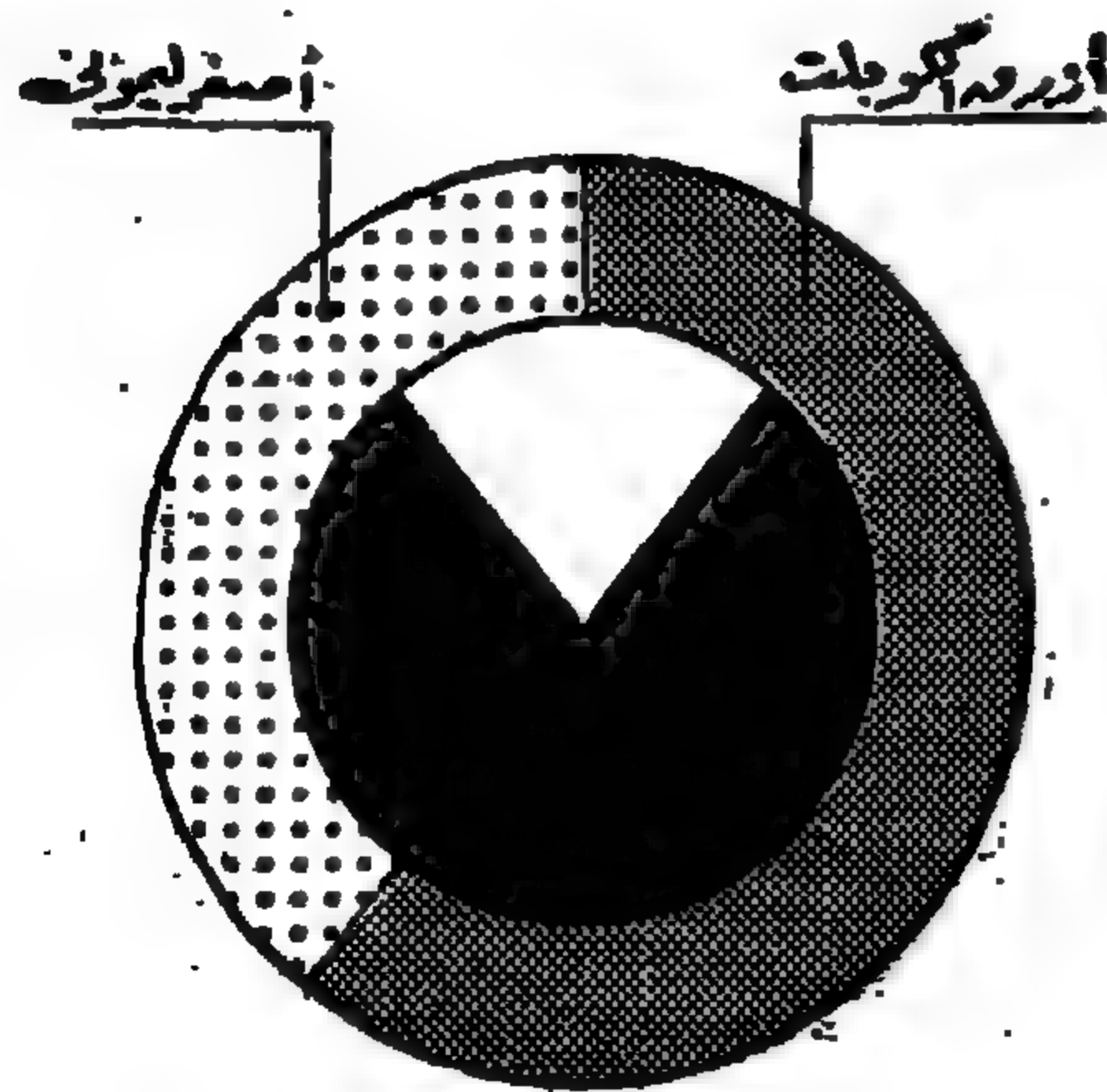
إنه يجب أن تجرى البرهنة على الحيادية الكاملة بوضع القرص

---

(١) شرحنا طريقة تركيب هذه الأقراص فى الباب السادس .

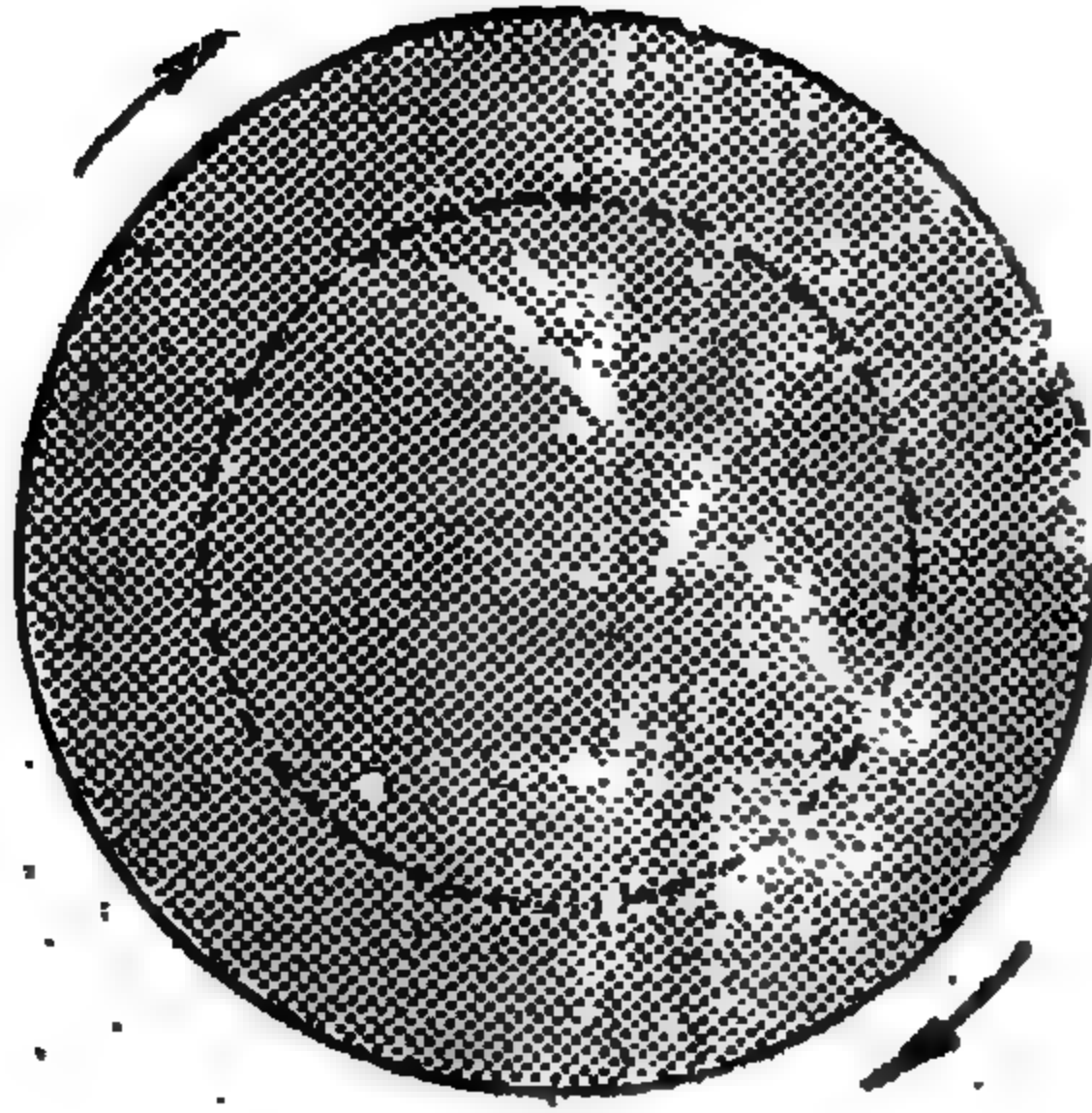


الصغير لما كسويل فوق القرص الكبير شكل (٥٤ - أ) : إن المساحة المحصورة بين محيطي القرصين تعطى بالدوران رمادياً نتيجة المزج البصري للونين ، بينما تعطى الدائرة الداخلية رمادياً حياً ناتج المزج البصري للأبيض والأسود؛ نبدأ بأن نحصل بالدوران على الرمادي الحيادي فوق القرص الصغير . ثم شيئاً فشيئاً نعدل من نسبتي اللونين على المساحة الحلقية حتى نحصل على رمادين بمظهر متشابه ، مما يبرهن الحيادية الكاملة لكلا اللونين كما بشكل (٥٤ - ب) . نوقف الدوران ونقيس النسب المثوية الناتجة نجد أن المساحة الزرقاء تعادل ٦١٪ والصفراء ٣٩٪ .



قرص ما كسويل على محور الدوران :  
القرص الأكبر مكون من القرصين المتشابهين  
الأصفر الليموني والأزرق الكويكيت .  
ما القرص الصغير فمكون من القرصين  
المتشابهين الأبيض والأسود .





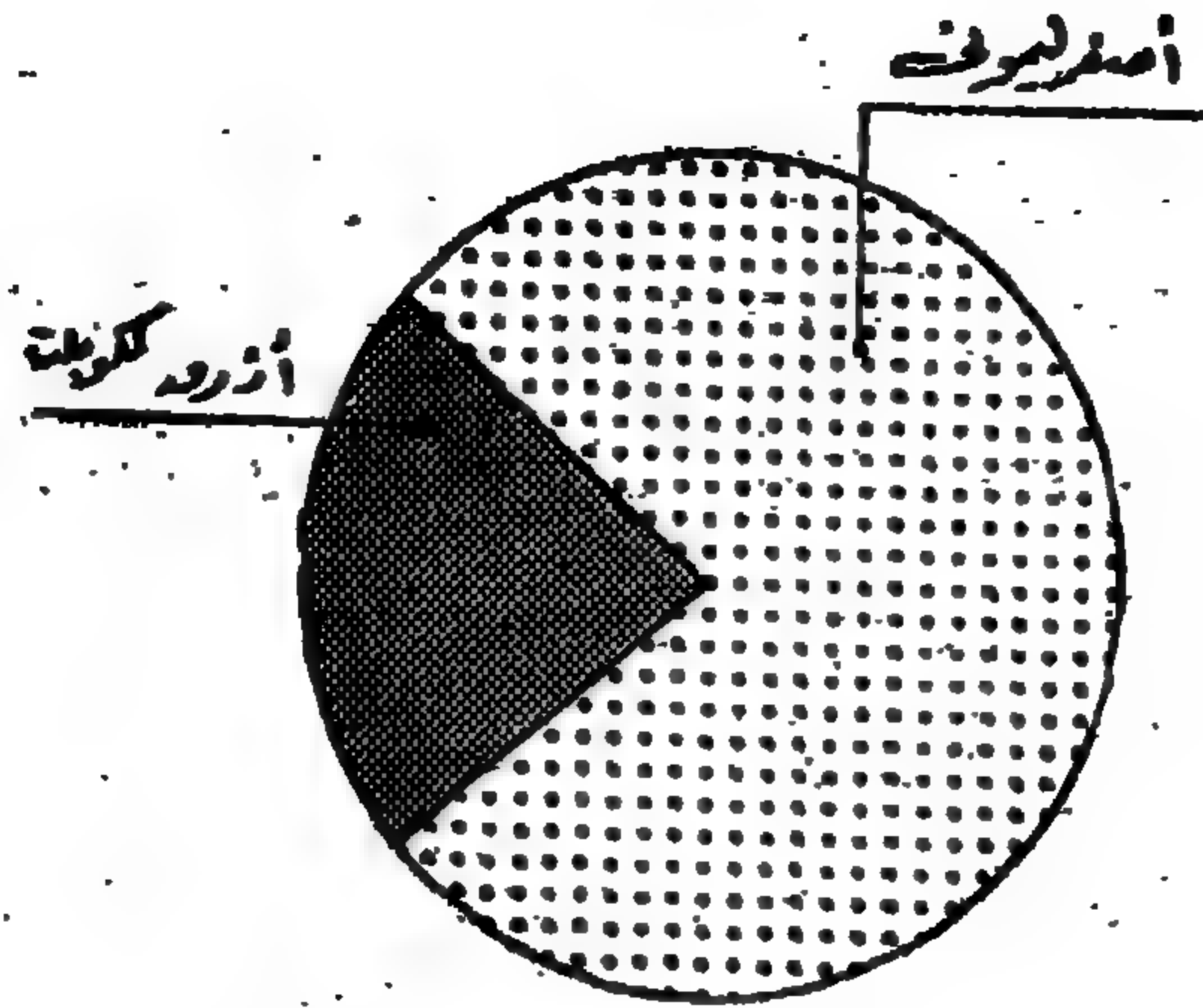
قرصى ماكسويل بالنسب الموضحة  
في شكل (٥٤-أ) تعطى بالدوران نفس  
الرمادى الحىادى فوق القرص  
جميعه

#### شكل (٥٤ - ب)

هذه النتيجة هامة لتحويل توافق الألوان المتباعدة الكنه على الدائرة  
اللونية ومختلفة الشدة إلى متساوية الشدة حيث التباينات قد حدثت ووفق بينها .  
إن المادة الملونة الصفراء المستعملة في التجربة السابقة ذات تشبع أشد من  
الأزرق . يجب تقليل تشبعها لتصبح معادلة لتشبع الأزرق . ولكن كيف  
نقل تشبع اللون ، أى كيف نهدي هذا اللون الأصفر ؟

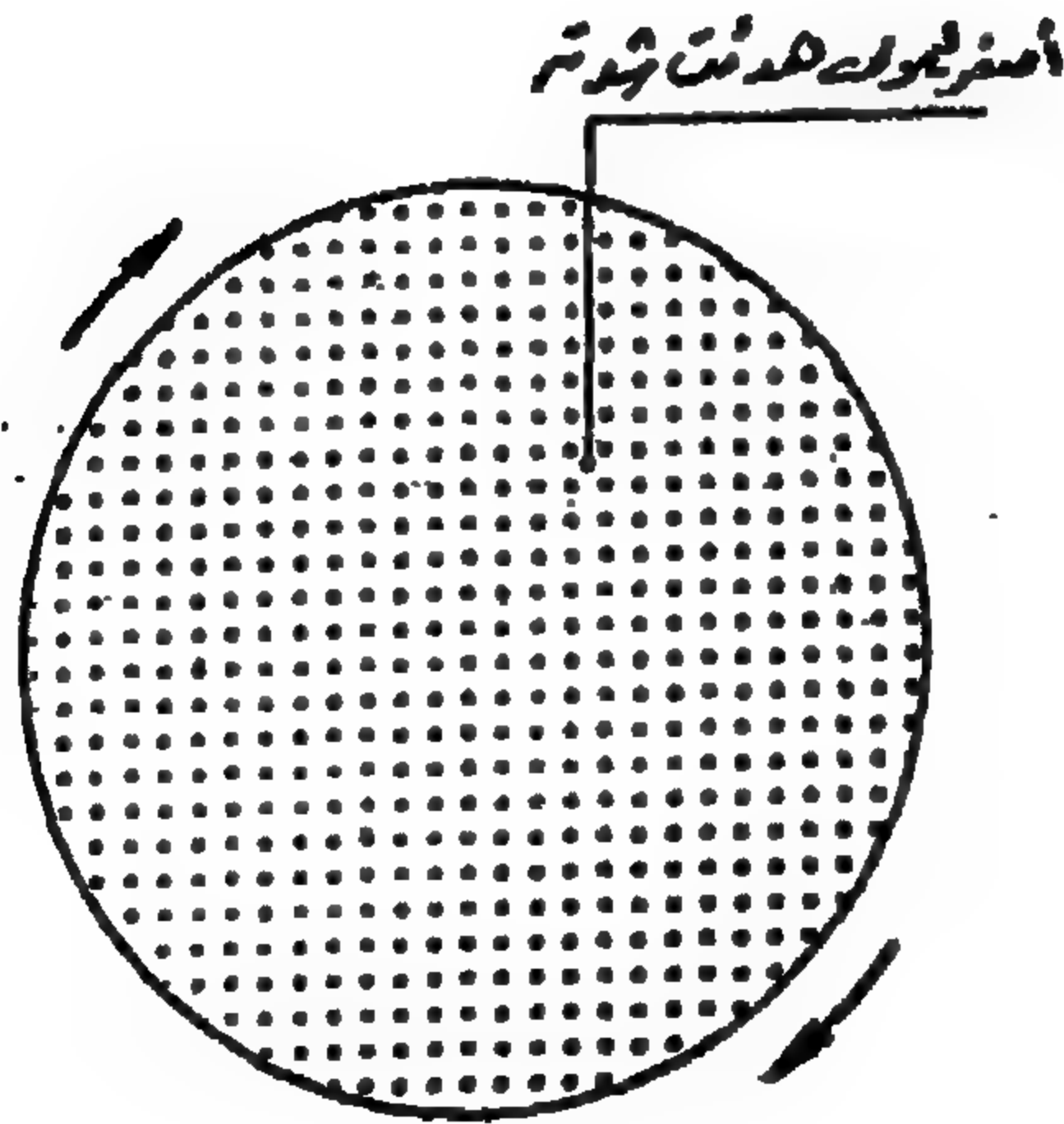
قد نحققنا من أن تشبع الأصفر يقل كلما تزايدت النسبة المئوية للأزرق  
على القرص . وعليه يجب البحث عن النسب المئوية للمزج البصرى التى تنتج  
الأصفر المهدأ ذا التشبع المنخفض . بالتجربة وبتغيير نسبى الأصفر والأزرق  
على قرص ماكسويل فإننا نحصل على النسبة التى عندها يفقد الأصفر كل  
شدته أثناء دوران القرص . فإذا ما زدنا قليلا من نسبة الأزرق فان الأصفر  
يفقد كنه لونه . فبقياس نسبى الأزرق والأصفر نجد أنه يجب ٢٢٪ أزرق  
لتهدئة ٧٨٪ أصفر شكل (٥٥ - أ) .

ان المزج البصرى لهذين اللونين بهاتين النسبتين على القرص يعطى الأصفر



(شكل ٥٥ - أ)

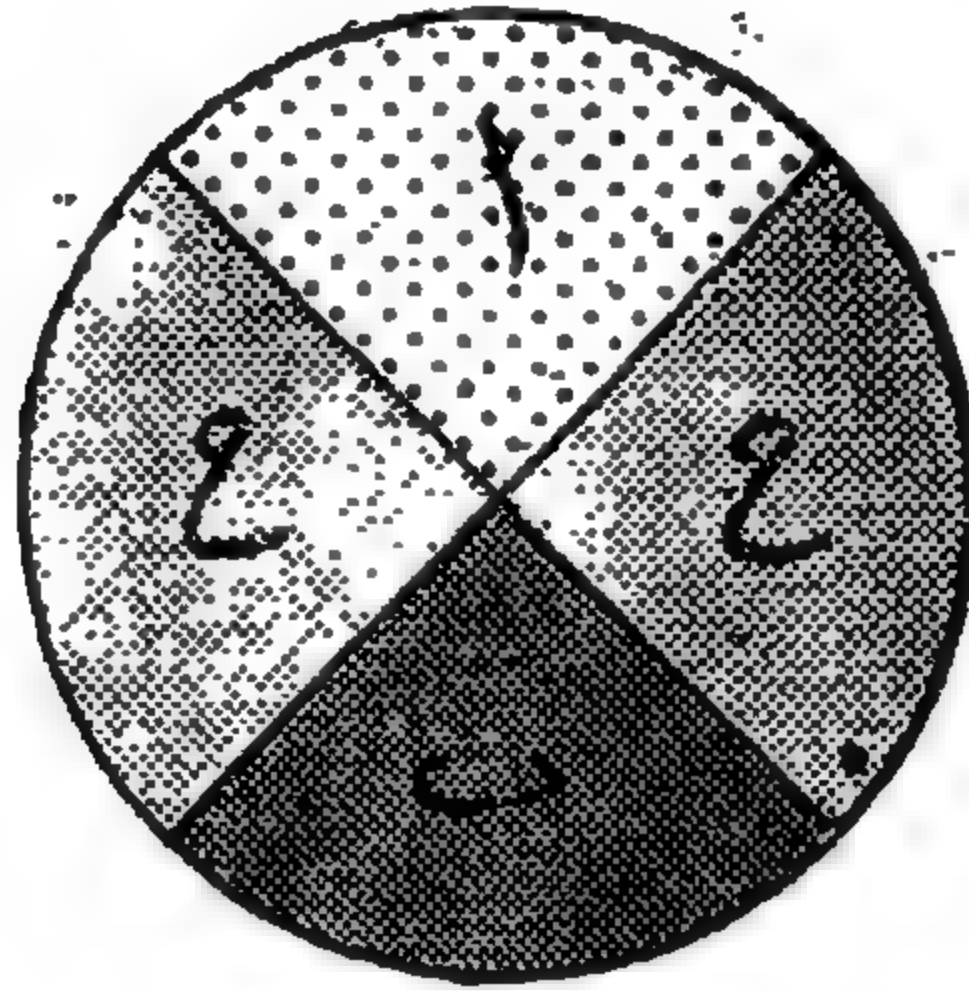
لتخفيض تشبع الأصفر حتى تساوى تشبع الأزرق يضاف ٢٢٪ أزرق كوبلت لكل ٧٨٪ أصفر يهوني



(شكل ٥٥ - ب)

بدوران القرص يظهر لون أصفر ١٠٠٪ ولكن بدرجة تشبع منخفضة مساوية لدرجة تشبع الأزرق المستعمل .

لمهدأ (شكل ٥٥ - ب) الذى نحتاجه للحصول على توافق الألوان المتباعدة على الدائرة اللونية المتساوية الشدة . وللتحقق من هذه النتيجة نعمل نسخة مادية طبق الأصل لهذا الأصفر المهدأ الذى حصلنا عليه نتيجة المزج البصرى . نلون قرصا نصفه بهذا الأصفر المهدأ والنصف الآخر بأزرق الكوبلت . بدوران القرص نجد أن اللونين يمحوا ويختل كل منهما الآخر . وإن الرمادى الذى نحصل عليه وهو ذلك الوسيط الذى يستخدم للتوفيق بين تضاد اللونين المتباعدين على الدائرة اللونية . ومعنى ذلك أن توافق اللونين المتباعدين على الدائرة اللونية حيث درجتى شدتهما غير متساوية قد تعادلت ووفق بينهما وشكلا توافقا تساوت فيه شدتهما اللونية كما بشكل (٥٦) .



شكل (٥٦)

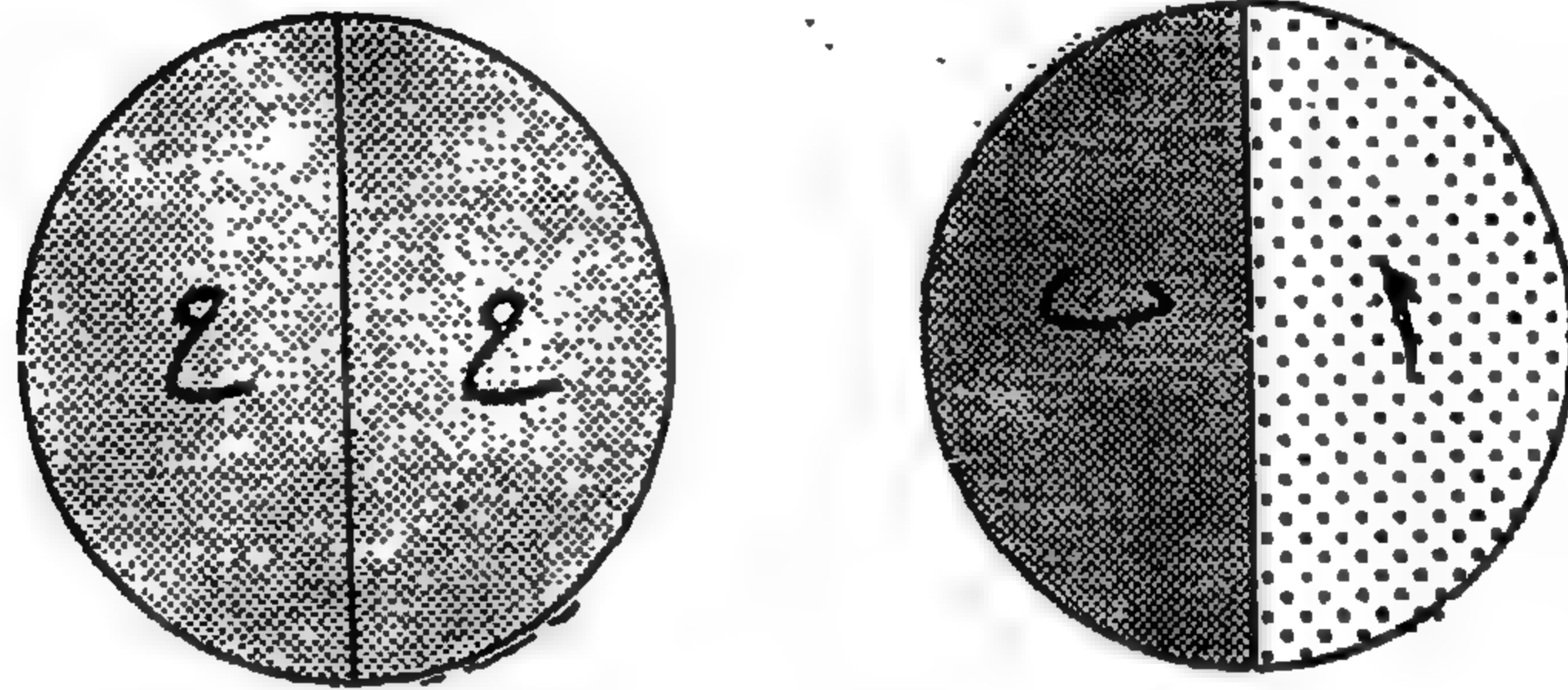
١ ، ب لونان متباعدان على الدائرة اللونية وبنفس درجة التشبع ح رمادى حيادى ناتج مزجها البصرى . بدوران القرص حول محوره نحصل على رمادى تام الحيادية

إن عملية تكوين هذا التوافق تطابق مبدأ الوسط النسبي ومبدأ المتواليّة الهندسية . فمثلا العلاقة بين اللونين المتوافقين كما بشكل (٥٦) تعطى النسب التالية :

$$\frac{1}{c} = \frac{c}{b}$$

تطابق مبدأ التماثل للمزيجات المتوافقة كما بشكل (٥٧) :

$$c = \sqrt{ab}$$



شكل (٥٧)

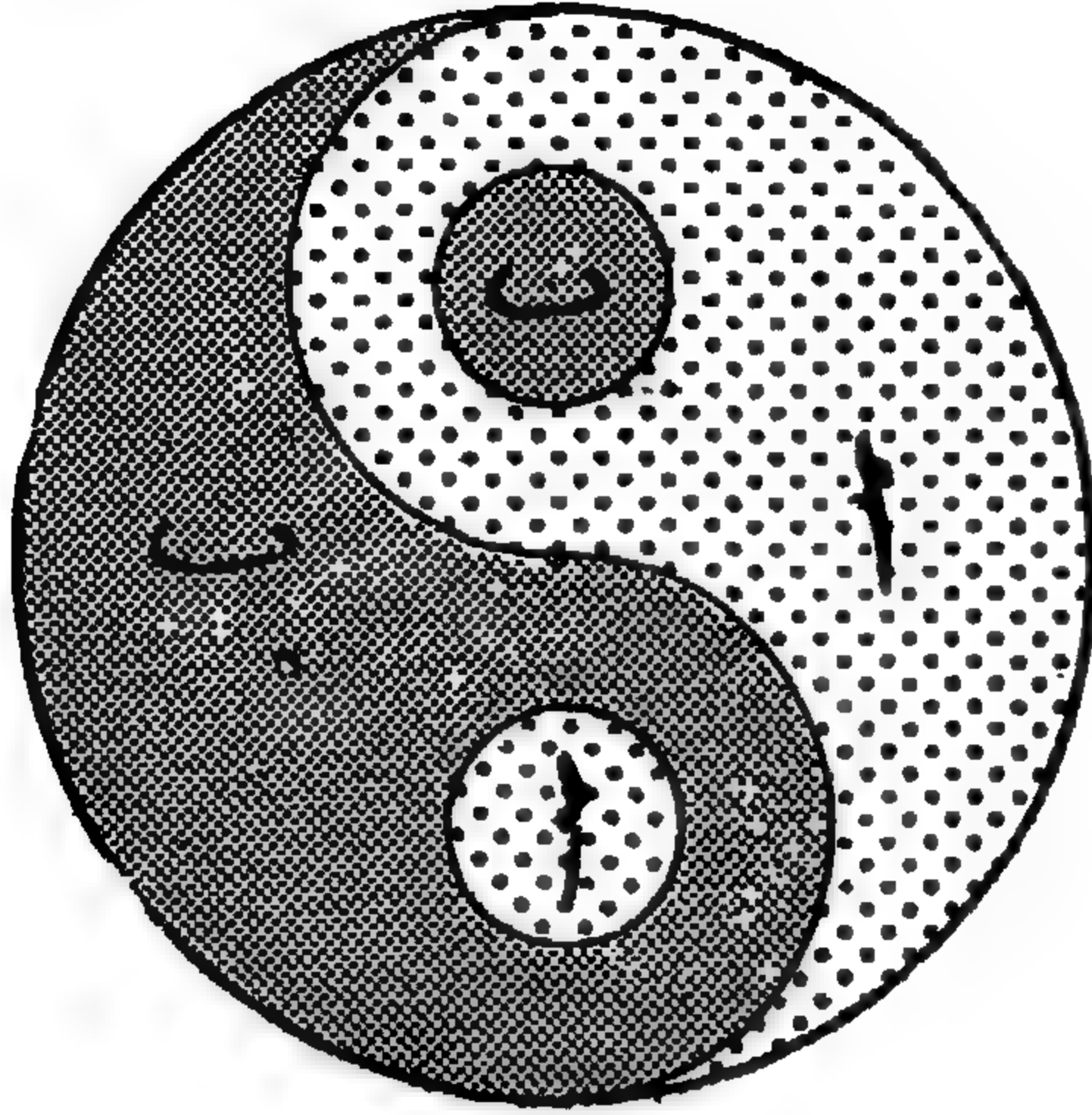
يبين الشكل قرصان متساويان بنفس الألوان السابقة شكل ٥٦ . بدور ان القرصين يحدث تأثير متساوى على القرصين وعليه  $a \times b = c \times c = c^2$

بمعنى أن الرمادي الحيادي المسمى ح هو الوسط الهندسي بين اللونين المتكاملين ا ، ب .

إن إنخاذ أوضاع متجاورة لهذين اللونين المستعملين كما بشكل (٥٨) حيث سوى بين درجتى تشبعهما ليعطى التباين المتوافق لهما .

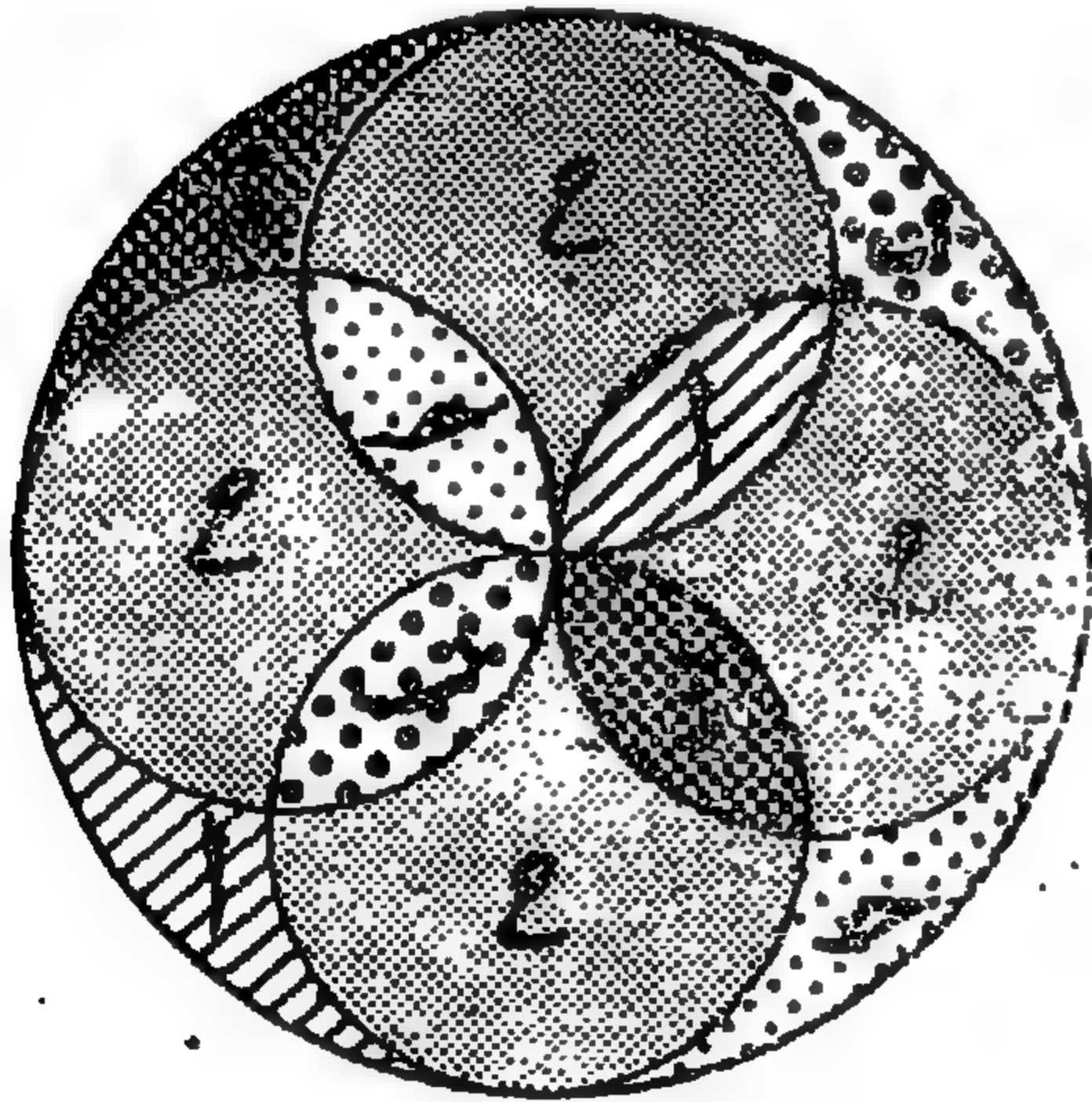
كما يمكننا الحصول على توافق باستعمال عدة أزواج ألوان متباعدة على الدائرة اللونية ومتساوية الشدة كما فى شكل (٥٩) حيث استعملت الألوان ا ، ب ، ح ، د ذات الشدة المتساوى والتي اللون الوسط لها هو الرمادية الحيادي ح .



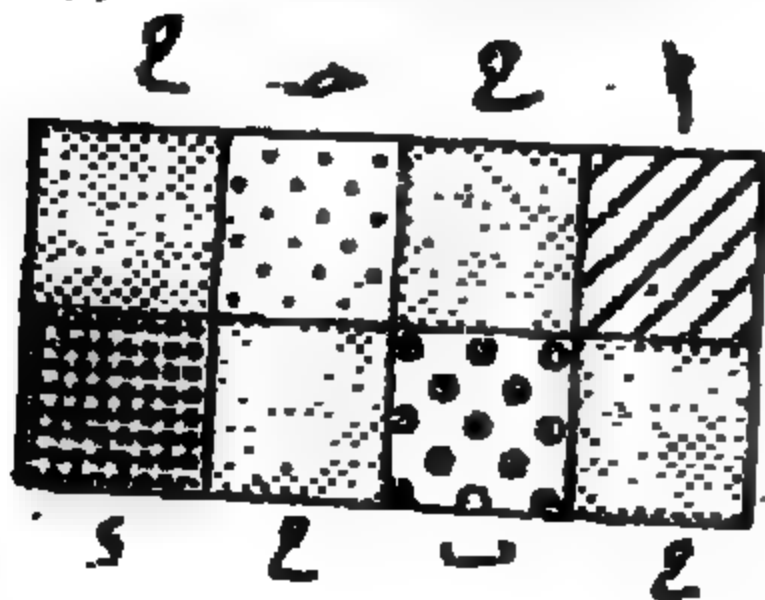


التباين المتوافق للالوان : تجاور  
لونين ا ، ب متباعدين على الدائرة  
الونية ومتساويي الشدة . بدوران  
هذا الشكل حول محوره يظهر  
رماديا حياديا .

شكلي (٥٨)



اتحاد متوافقين ، لالوان متباعدة  
الكنه على الدائرة الونية  
ومتساوية الشدة : ا ، ب ، ح ، د  
زوجان من النوان متباعدة الكنه  
على الدائره الونية وبنفس  
درجة الشدة ، ح = اللون الحيادي  
الوسيط .



شكل (٥٩)



## فهرس الكتاب

٥	مقدمة .....
٩	الباب الاول : تعاريف .....
	كلمة لون — الخواص المحددة للون — الأبيض ، والرمادى (المحايد) ، والأسود — الأسطح اللامعة والأسطح غير اللامعة ، الألوان ذات الأسماء المستعارة .....
١٧	الباب الثانى : ترتيب الالوان .....
	ترتيب الألوان بالاستعانة بالأشكال الدائرة والمثلثات — ترتيب استوالد — ترتيب منسل — ترتيب رود — نظرية الـ Colorimetric
٣٥	الباب الثالث : ادراك وحس الالوان .....
	ميكانيكية إحساس العين بالألوان .....
٤٣	الباب الرابع : عمليتى مزج الالوان .....
	المزج بالجمع أى بالإضافة — المزج بالطرح أى النقصان — مزج المواد الملونة — مزج المواد الملونة بالتآلف البصرى .....
٥٥	الباب الخامس : الألوان الساخنة (الدافئة) والألوان الباردة .....
٦١	الباب السادس : تكامل الالوان .....
	ظاهرة حدوث الغلالات الشفافة المكملة داخل العين — حينادية الألوان المتكاملة .....
٥٥	الباب السابع : الدائرة اللونية .....

الدائرة اللونية لشفري — الدائرة اللونية لبودينو . دائرة الألوان ذات الإثني عشر لوناً — دائرة الألوان ذات الثمانية عشر لوناً...

الباب الثامن : تباين الألوان ... .. ٨٣  
التباين في درجة اللون — التباين في كنه اللون — التباين الحادث للدرجة والكنه معاً وفي آن واحد ... ..

الباب التاسع : توافق الألوان ... .. ٩٣  
التدرجات الجمالية والمتوافقة — تدرج قيم الرماديات المحصورة بين الأبيض والأسود — الطريقة التجريبية للحصول على التدرجات المثالية للألوان — لون واحد مع الأبيض أو الأسود — المجموعات اللونية أحادية اللون — التوافقات الأساسية للألوان — توافق مجموعة لونية مشتركة في كنه لون واحد — توافق مجموعة لونية متباعدة الكنه على الدائرة اللونية ومختلفة الشدة — توافق مجموعة لونية متباعدة الكنه على الدائرة اللونية ومتساوية الشدة — توافق الألوان غير قابلة للفساد باختلاف مسافة الرؤية ... ..

الباب العاشر القيم التشكيلية للألوان ... .. ١١٣  
ظاهرة الانعكاس — ظاهرة الإشعاع — القيم التشكيلية لتباين الألوان — القيم التشكيلية عند مزج الألوان بالأبيض والأسود — التأثير المنظوري للألوان — اللون قيمة إحياء للأسطح — أمثلة لاستعمال اللون عبر التاريخ .. ...

الباب الحادي عشر : التأثير السيكولوجي للون ... .. ١٣٣

الألوان الساخنة والألوان الباردة - ألوان مرحة أو حزينة ،  
ديناميكية أو ساكنة - الألوان وخداع النظر - قوة تأثير اللون .

الباب الثاني عشر : التأثير الفسيولوجي للون ... .. ١٤١

المعالجة بالأشعة الملونة .. ... ..

ملحق الكتاب ... .. ١٤٧



طبع بمطابع جريدة السفير  
شارع الصحافة  
ت ٨٠٣٩٦٤ إسكندرية









0399810

٢/١٠٣٠٥٩

١٧٥

دارالمعارف — ١١٩ كورنيش النيل - القاهرة  
الناشر منطقة الاسكندرية ٤٢ ش سعد زغلول - ٢ ميدان التحرير (المنش)